

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

DESIGN PRO OSOBY S VADAMI BARVOCITU

DESIGN FOR COLOR-DEFECT PEOPLE

Technická Univerzita Liberec

Fakulta Textilní

akademický rok 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Markéta KAŠPAROVÁ**
Studijní program: **B 3107 Textilní a oděvní návrhářství**
Studijní obor: **Textilní návrhářství a technologie**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách a ve smyslu studijních předpisů pro bakalářské studium určuje toto zadání bakalářské práce:

Téma práce: **Design pro osoby s vadami barvocitu**

Zásady pro vypracování:

Zpracujte pohled dosavadních poznatků v oblasti fyziologie vnímání.

Proveďte studii rozlišování barev u skupiny pozorovatelů před a po operaci šedého zákalu.

Porovnejte výsledky simulace vad barvocitu na obrazovce počítače s testy prováděnými pomocí fyzických vzorků.

Navrhněte úpravu programu Adobe Photoshop s ohledem na možnosti simulace vnímání barev u pozorovatelů s vadami barvocitu

Vypracujte studii dalšího postupu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Vik, M. : Základy měření barevnosti, I. díl, Skriptum TU Liberec 1995

Valberg, A.: Light Vision Color, John Wiley & Sons Inc., 2005

Mollon, J.D., Pokorny, J., Knoblauch, K.: Normal and Defective Colour Vision, Oxford University Press, 2003

Staněk, J.: Vizuální fotometrie a fyziologická optika, SNTL Praha 1980

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Michal Vik, Ph.D.**

Konzultant: **Ing. Martina Víková**

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Berou na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své bakalářské práce mi poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat plnění povinností podle zákona na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne X. xxxxx 2010

Podpis

Poděkování

Děkuji o nímu centru TANA s.r.o. že mi poskytli prostor a umožnili testování osob s poruchou barvocitu.



Děkuji také doc. Ing. Michalu Víkovi Ph.D. a Ing. Martině Víkové za konzultace a podporu při práci.

Dále děkuji svým rodičům, přátelům, kamarádům, pacientům a všem, kteří mi byli nápomocni při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vnímáním barev. Především se zaměřuje na osoby postižené šedým zákallem.

Teoretická část se zabývá popisem orgánu sloužícího k pozorování a vnímání barev. Dále se zaměřuje na popis onemocnění zvaného katarakta. Tato část teoretické části bakalářské práce se věnuje barvocitu a historii o vnímání barev.

Praktická část je zaměřena na zjištění, jak vidí pacienti postižení šedým zákallem před a po operaci. V této části najdete popis prováděného testu. Hlavní část praktické části této bakalářské práce je zaměřena na simulaci vidění pacient pomocí programu Photoshop. Naleznete zde i pokus o návrhy úprav tohoto programu a samotný pokus o realizaci simulace.

Abstract

This bachelor thesis deals with the colours perception. Above all, it focuses on the people with grey cataract handicap.

The theoretical part deals with the description of an organ used for observing and perceiving colours. The third part in the theoreticle part of the bachelor thesis focuses on colour sense and history of colours perception.

The practical part focuses on the findings, how the patients by grey cataract handicap can see before and after the operation. In this part you can find description of the implemented test. The main section of this practical part in this bachelor thesis is focused on the simulation of the patients seeing by means of the Photoshop programme.

You can find the experiment for corrections proposals of this programme too and the experiment for simulation realisation itself.

Klí ová slova

Oko, barvocit, katarakta, vnímání barev, Farnsworth-Munsell Hue Test

Key words

Eye, colour perception. cataracta, colour sensation, Farnsworth-Munsell Hue Test

Obsah

Úvod	9
I Teoretická část	10
1. Oko	11
1.1. Stavba oka	12
1.1.1. Povrchová vrstva	13
1.1.1.1. Rohovka	13
1.1.1.2. Břívka	14
1.1.2. Střední vrstva	14
1.1.2.1. Cévnatka	14
1.1.2.2. Zásnatek sítnice	14
1.1.2.3. Duhovka	15
1.1.3. Vnitřní vrstva	15
1.1.3.1. Sítnice	15
1.1.4. Nitrooční vrstva	15
1.1.4.1. Přední oční komora	15
1.1.4.2. Zadní oční komora	16
1.1.4.3. Oční čočka	16
1.1.4.4. Sklivce	16
1.2. Úpky, Tylníky	16
1.3. Fotochemie vidění	18
1.3.1. Fotochemický děj v sítnici	18
1.3.2. Centrální ostrost zraku	19
1.4. Oční čočka	19
2. Katarakta	20
2.1. Vznik	20
2.2. Etiologické dělení katarakty	21
2.2.1. Stacionární typy katarakt	21
2.2.1.1. Typy stacionárních katarakt	21
2.2.2. Progresivní typy katarakt	23
2.2.3. Kortikální katarakta	23
2.2.3.1. Vývoj kortikální katarakty	23

2.2.4. Jádrová neboli nukleární katarakta	24
2.3. Příznaky katarakty	25
2.4. Diagnóza katarakty	26
2.5. Léčba katarakty	27
2.5.1. Operační léčba katarakty a korekce afasie	28
2.5.2. Způsob odstranění oční	28
2.5.2.1. Intrakapsulární	29
2.5.2.2. Extrakapsulární	29
3. Barvocit	32
3.1. Trichromatické vidění	33
3.1.1. Newtonův experiment	33
3.1.2. Youngova trichromatická teorie	34
3.1.3. Young-Helmholtzova teorie	35
3.2. Poruchy barvocitu	36
3.2.1. Úplná barvoslepost	37
3.2.2. Částečná barvoslepost	37
3.3. Vyšetřování barvocitu	38
4. Závěr teoretické části	39
II Praktická část	40
5. Farnsworth-Munsell Hue Test	41
5.1. Účel Farnsworth-Munsell Hue Testu	41
5.1.1. Primární použití	41
5.1.2. Vzory použití	42
5.1.3. Kdy se test nemůže použít	42
5.2. Materiály	42
5.3. Principy interpretace	43
5.3.1. Vnímání barevných rozdílů	43
5.3.2. Výběr barev v 100 Hue Testu	43
5.4. Správa testu	44
5.4.1. Osvětlení	44
5.4.2. Postup	45
5.4.3. Vyhodnocení	46
5.5. FM Hue Test Scoring Test	46
5.5.1. Obrazovka	46

5.5.2. Graf	47
5.5.2.1. Polární graf	48
5.5.2.1.1. Zobrazení údaj	48
5.5.2.2. Lineární graf	48
6. Test u pacient postižených šedých zákallem	49
6.1. Výsledky test	49
7. Design pro osoby s vadami barvocitu	53
7.1. Photoshop	53
7.1.1. Návrhy úprav	53
7.1.2. řešení	54
7.1.2.1. Vytvoření indexované tabulky	54
7.1.2.2. Aplikace indexované tabulky	57
7.1.2.3. Aplikace upravené indexované tabulky	59
7.1.2.3.1. Vytvoření upravené indexované tabulky	59
7.1.2.3.2. Použití upravené indexované tabulky	60
8. Využití	62
8.1. Využití v praxi	63
9. Závěr praktické části	67
Závěr	68
Použitá literatura	69
Příloha	71
1. Photoshop	71
1.1. Bitmapa	71
1.2. Barevnost obrázk	71
1.2.1. černobílý formát	72
1.2.2. Škála šedé	72
1.2.3. Právě barvy	72
1.2.4. Indexované barvy	72
1.3. Barva	72
1.4. Modely lidského vnímání HBS / HLS	73
1.4.1. Odstín barvy	74
1.4.2. Jas barvy	74
1.4.3. Nasycení barvy	75
2. Výsledky všech pacient	75

Úvod

Na světě žijí nejen mladí a produktivní lidé, ale jsou zde i starší lidé i lidé, kteří nevnímají své okolí jako mladí. Dnešní svět designu se především upíná k mladé a zdravé populaci lidí. Starší generace a lidé s vadou barvocitu jsou opomíjeni a tedy se jejich možnosti nákupu snižují. Nároky starší generace, lidí s poruchou barvocitu, lidí se zbytky zraku a všeobecně pro všechny lidi, protože každý z nás má že trpí určitou anomálií, jsou odlišné, a to zejména co se týče barevnosti i stylu výrobků. Designéři, kteří chtějí navrhovat, si musí uvědomit nároky a potřeby, zejména lidí co trpí vážnější zrakovou vadou. Měli by být schopni si představit, jak člověk bude onen výrobek vnímat. Především bytový designér, který navrhuje interiér pro osoby s postižením zraku, by měl vědět, jak bude jeho práce vnímána. Každý člověk je jiný, a proto by se mu měla poskytnout možnost mít interiér zařízený na jeho míru.

Tato práce bude zaměřená především na osoby, které jsou postižené šedým zákallem. Jejich vnímání je na hraně vidění lidí, kteří trpí vadou barvocitu a normálním stařeckým viděním. Bude proveden pokus o nahlédnutí do tohoto světa pomocí určitého programu a pokus o zjištění, jak tito lidé vidí před operací a po operaci, a také jaké jsou jejich nároky.

Tato práce se bude zabývat pouze barevným viděním nikoli viděním celkovým. Je zde totiž tolik faktorů, které v tak krátké době, která je určena na zpracování, nelze postihnout.

I TEORETICKÁ ÁST

Okolo 80% informací získává člověk prostřednictvím zrakového vjemu, který je získáván pomocí zrakového orgánu, jenž se nazývá oko. Schopnost vidět neznamená přijímat světlo, ale i vnímat tvar, velikost, vzdálenost, pohyb předmětů a zároveň prostor a barvy.

1 Oko

Oko je hlavním smyslovým orgánem, který člověka spojí s okolním světem, proto se každá porucha zrakového orgánu projeví velice rychle a může člověka omezovat.

Oko je orgán zraku, který se přizpůsobil pro přijímání světelného podnětu. Orgán zraku tvoří funkce tří úseků, které souhrnně tvoří zrakový analyzátor, který se skládá z:

1. *periferní části*, které je přizpůsobená soustředění a příjem světla
2. *zrakové dráhy pravé*
3. *zrakové dráhy levé*

Zrakové dráhy po propojení ve středním mozku končí ve zrakovém centru, lokalizovaném v prostoru záhlavního laloku a vzniká zde zrakový vjem.

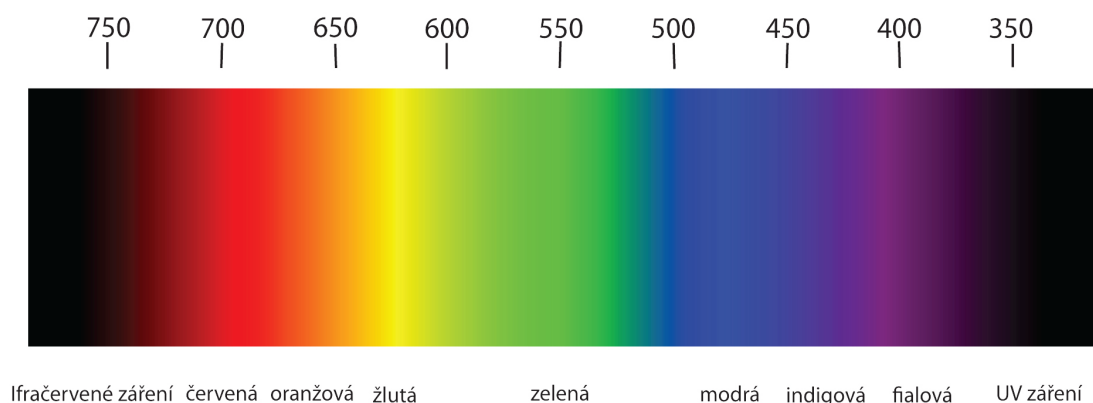
Centrální ostrost zraku je schopnost oka vidět předměty ostře a jasně. Je funkcí centrální části sítnice a je určena zorným úhlem. Je nejmenší vzdáleností mezi dvěma body, které je oko schopno vnímat odděleně. Zajišťuje rozpoznávání i malých detailů.

Periferní vidění je funkcí sítnice mimo žlutou skvrnu. Je potřebné k orientaci v prostoru a směřování oka tak, aby střed obrazu dopadl do oblasti žluté skvrny.

Barevné vidění zajišťuje sítnice, která přijímá elektromagnetické vlnění v rozsahu 320 – 780 nm, které je dále rozděleno do specifických barevných skupin:

1. *fialová* (380- 436nm)
2. *modrá* (436 – 495nm)
3. *zelená* (495 – 566nm)
4. *žlutá* (566 – 589nm)
5. *oranžová* (589 – 627nm)
6. *červená* (627 – 720nm)

Obr. 1



Obr. 1 *Spojité spektrum*

Z těchto skupin oko vnímá červenou, modrou a zelenou, jejichž následným aditivním mícháním v mozku vzniknou vjemy ostatních barev.

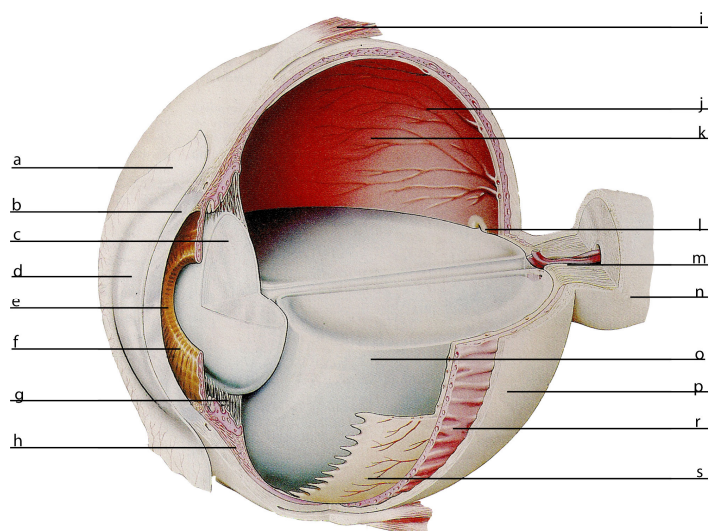
Prostorové vidění je vázané na správný vývin binokulárního vidění. Na začátku života je vyvinuto monokulární vidění, které se mění na vidění obměrné. Přeměna na základě toho nastává ve zrakovém centru v mozku fúze barev – základ pro stereoskopické vidění. Elektromagnetické vlny tvoří oblast viditelného světla, které se opticky aktivními světelnými médii v oku (rohovka a oční čočka), podle zákonů fyzikální optiky, soustředí do ohniska. Střed obrazu je přítom v prostoru zadního pole sítnice, v místě nejostřejšího vidění. Sítnice má tuto specifickou anatomickou strukturu označovanou jako žlutá skvrna (místo, které obsahuje pouze žípky). Optický systém oka vytvoří na žluté skvrně obraz jasný a ostrý, ale zrcadlový a převrácený.

1.1 Stavba oka

Zrakové ústrojí se skládá z několika částí.

- *Oční bulva* má přibližně kulovitý tvar. Rozeznáváme na ní přední a zadní pól oka.
- *Nitrooční prostor* tvoří přední a zadní oční komora, oční čočka a sklivce.
- *Stěna oka* tvoří tři vrstvy: povrchová, střední a vnitřní.

Obr. 2



Obr. 2 Stavba oka:

a) spojivka, b) komorový mok, c) očka, d) rohovka, e) zornice, f) duhovka, g) asnatá vlákna pro zavěšení oka, h) sval asnatého tělíčka, i) sval pro otáčení oční bulvy, j) céva, k) zadní oční komora, l) fovea centralis, m) tepna a žíla, n) zrakový nerv, o) sklivce, p) blyška, r) cévnatka, s) sítnice

1.1.1 Povrchová vrstva

Povrchová vrstva je tvořena rohovkou a blyškou.

1.1.1.1 Rohovka

Rohovka je hladká, lesklá, průhledná. Obsahuje vysoký obsah nervových vláken a proto je nejcitlivější tkání lidského těla.

Rohovka má pět vrstev. Přední plocha je kryta pětivrstevným epitelem, zadní endotelem. Vlastní tkáň rohovky se nazývá stroma.

Za normálního stavu nemá rohovka žádné cévy. Výživa rohovky je obstarávána cévním pletením kolem jejího okraje, dále z komorové vody a částí slz.

Rohovka je jednou z nejdůležitějších složek optického systému oka.

1.1.1.2 B limba

B limba je bílá, neprůhledná a obsahuje jen malé množství cév.

Zevní plocha b limby je kryta v přední části spojivkou, vzadu řídkou vazivovou tkání. Na b limbu se upínají všechny okohybné svaly. U zadního pólu oka vystupuje z bulvy zrakový nerv, a proto jsou ve střední b limby jsou otvory pro cévy a nervy. Vnitřní vrstva b limby je kryta velmi tenkou vrstvou řídkého vaziva, které ji odděluje od střední vrstvy oční stěny.

1.1.2 Střední vrstva

Střední vrstva je tvořena cévnatkou, asnatým tělískem a duhovkou. Tyto tkáně společně tvoří uveu.

Střední vrstvu dělíme na:

1. *uvea anterior*, jež je tvořena duhovkou a asnatým tělískem
2. *uvea posterior*, jež je tvořena cévnatkou

1.1.2.1 Cévnatka

Cévnatka obsahuje velké množství cév. Mezi její hlavní funkce patří výživa oka, zejména sítnice. Má téměř hnědou barvu, což je podmíněno bohatým obsahem pigmentu.

Zevní plocha sousedí přes řídké vazivo s vnitřní plochou b limby. Vnitřní plocha náleží na sítnici.

1.1.2.2 Asnaté tělísko

Asnaté tělísko je tvořeno v předu trojúhelníkovitým prstencem, který je umístěn při zevním okraji duhovky a vzadu přechází do cévnatky. Do nitra z něj směřují vlákna závěsného aparátu, na nichž je zavěšeno oko.

V asnatém tělísku se dále tvoří komorový mok, který má význam při udržování nitroočního tlaku a je součástí optického systému oka.

1.1.2.3 Duhovka

Duhovka tvoří přepážku mezi menším předním a větším segmentem oka.

Má tvar mezikruží. Vnitřní okraj duhovky se označuje jako zornice, zevní okraj jako kořen duhovky. Uprostřed duhovky je otvor zvaný zornice, jehož šířku ovládají dva hladké svaly. Při osvětlení se zornice zužuje, v šeru se rozšiřuje. Množství pigmentu v duhovce určuje barvu očí a chrání oko před oslněním. Duhovka je prostoupena četnými cévami.

1.1.3 Vnitřní vrstva

Vnitřní vrstva je tvořena sítnicí.

1.1.3.1 Sítnice

Sítnice je jemná průhledná blána a je spojena s mozkem zrakovou dráhou. Zadní strana sousedí s cévnatkou a vnitřní plocha se sklívce. V optické části sítnice rozlišujeme deset vrstev. Základem je spojení jednotlivých nervových buněk. Dle ležité vrstvou zde jsou tyčinky a čípky, jejichž podrážděním vzniká proces vidění. Rozložení čípků a tyčinek je nerovnoměrné. Čípky vidí ostře za denního světla, rozlišují barvy a největší množství se jich nachází ve žluté skvrně (macula lutea). Místo bez tyčinek se nazývá fovea centralis, jež je místem nejostřejšího vidění. Směrem od žluté skvrny čípků ubývá a přibývá tyčinek. Tyčinky rozeznávají světlo a tmou, slouží zejména pro noční vidění.

1.1.4 Nitrooční prostor

Nitrooční prostor je tvořen přední oční komorou, zadní oční komorou, oční kou a sklívce.

1.1.4.1 Přední oční komora

Přední oční komora se nachází mezi zadní plochou duhovky a zornicovou oblastí.

1.1.4.2 Zadní oční komora

Zadní oční komora se nachází mezi zadní plochou duhovky, zbývajících částí přední plochy oka a zadního líska.

Obě komory jsou spojené zornicí a jsou vyplněny komorovou vodou.

Komorový mok je průhledná tekutina, která je výživou pro oko a rohovku. Má důležitou úlohu při udržování nitroočního tlaku. Komorový mok je součástí optického systému oka.

1.1.4.3 Oční čočka

Oční čočka je dvojbypuklé tělíčko. Oční čočka dokáže akomodovat (vidět ostře na různé vzdálenosti). Ve své poloze je oční čočka držena závěsným aparátem oka. Neobsahuje cévy.

1.1.4.4 Sklivce

Sklivce je průhledná rosolovitá hmota, která vyplňuje prostor mezi oční čočkou a vnitřní plochou sítnice. Stejně jako oční čočka nemá cévy.

1.2 Čípky, Tyčinky

Vlastními receptory světelného podráždění v sítnici jsou tyčinky a čípky.

Čípky jsou soustředěny zejména do oblasti žluté skvrny (macula lutea), kde svojí strukturou a pravidelným uložením zodpovídají za přesné a ostré vidění.

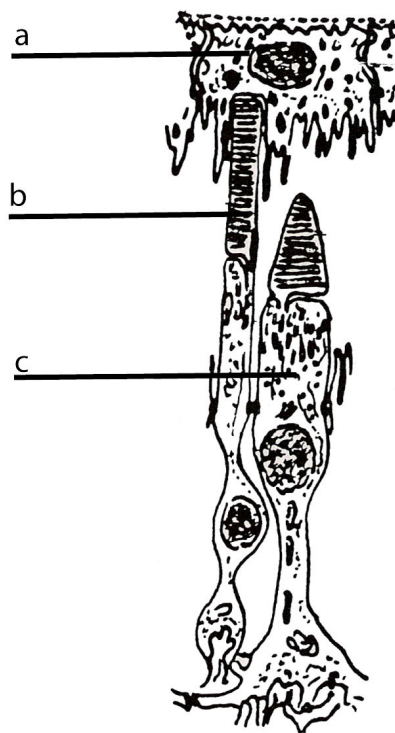
Čípky mají na starost barevné vidění.

Tyčinky jsou receptory na příjem černobílých tónů. V oku se nachází více tyčinek než čípků a to v poměru 18:1.

V centru žluté skvrny (fovea centralis) je sítnice ztenčená a má parabolický vzhled. Zde se nachází pouze čípky. Svojí skladbou a polohou je fovea centralis místem se schopností nejostřejšího vidění v lidském oku. Při dopadu světelných paprsků na oko se část zářivé energie od jeho povrchu odrazí a část se pohltí při průchodu optickými médii (která jsou i inaktivní – sklivce, komorový mok).

Na podráždění tyčinkového aparátu a vyvolání vjemu světla působí zhruba pět světelných kvant. Mírou citlivosti receptorů světla v sítnici je minimální množství světelné energie, která vyvolá podráždění. Tuto hodnotu označujeme jako minimum sensibility. Největší světelný tok, který je oko schopné ještě přijmout bez poškození sítnice, je nazýván prahem bolesti. Při tom jakékoli změny zhoršující podmínky prostupu světelných paprsků optickými médii oka (zákaly, jizvy) se vždy projeví ve zhoršené kvalitě obrazu na sítnici a tím i zhoršením zrakového vjemu. K tomu, aby oko správně vnímalo, je nevyhnutelným předpokladem neporušenost vlastního percepčního aparátu (sítnice), zrakové dráhy a zrakového centra kromě mozku.

Obr. 3



Obr. 3 *Průchod světla vlnových buněk sítnice:*

a) pigmentový epitel sítnice, b) čočka, c) tyčinka

1.3 Fotochemie vidění

Světelné paprsky jsou soustředěné optickým systémem oka tak, že se tvoří obraz na úrovni smyslových elementů sítnice (čípcích a tyčinkách), vyvolávají tzv. fotochemický děj. Při tom se světelná energie promění chemickou reakcí na elektrický potenciál. Tento potenciál se zaznamenává nervovými drahami do kory mozku.

Základem pro fotochemický proces ve smyslových buňkách sítnice je pigment, který se nazývá zrakový purpur – rodopsin. Jeho molekuly jsou jakoby molekulovými pastmi pro kvanta světla. Při dopadu zářivé energie světla se rodopsin rozpadá na bezbarevnou bílkovinu opsin a na karotenoid retina (aldehyd vitamínu A). Zároveň se uvolňuje elektron, který se stává podkladem pro elektrický potenciál. Větm probíhá obrácený proces – resyntéza rodopsinu. Rodopsin se nachází v periferní části tyčinek.

V čípcích je přítomný jodopsin, který se pokládá za základ barevného vidění, obsahuje totiž složky se schopností přijmout, resp. reagovat na určitý rozsah elektromagnetického vlnění (445 nm, 535 nm a 570 nm) v oblasti viditelného spektra.

1.3.1 Fotochemický děj v sítnici

Přeměna jodopsinu v čípcích trvá přibližně čtyřikrát déle než přeměna rodopsinu v tyčinkách. Rodopsin v tyčinkách zodpovídá za vidění při slabém osvětlení (tzv. skotopickém vidění), přičemž se rozpoznává více než jen tvary předmětů. Jodopsin v čípcích podmiňuje vidění při vyšších intenzitách světla během dne (tzv. fotopické vidění). Čípky soustředěné slouží k rozlišení barvy a detail předmětů, to je základem pro kvalitní a ostré vidění.

Pechod mezi fotopickým a skotopickým viděním se nazývá mezopické vidění, neboli vidění soumraké, při kterém se mohou projevit poruchy vyplývající z nedostatku vitamínu A (tzv. šeroslepost nebo vlí mlha).

Mezi funkcemi tyčinek a čípků jsou reciproční vztahy: při vyšších hodnotách osvětlení pracují čípky a tyčinky se utlumují, a naopak.

Při soumrakém vidění (při velmi nízké intenzitě osvětlení) centrální část sítnice vlastně nepracuje. Barvy se nerozlišují, pracují pouze tyčinky, které nejsou vybavené jodopsinem, a zjevuje se pouze relativní obraz. Takovýto stav se vyskytuje například za jasné měsíční noci, ale i při sledování rentgenového obrazu na štítu apod. Modrá část

spektra se v podmínkách soumráku vidí jeví sv tle červenou a nejsv tlejší se jeví zelená ást spektra. P i denním sv tle se červená ást spektra zdá sv tlejší, když nejjasn jší oblastí je oblast žluté barvy. Tyto poznatky se využívají pro dopravní zna ky a pro realizaci zrakové pohody.

Sítnice má schopnost se plynule p ízp sobovat r zným typ m osv tlení. Hodnota prahového podn tu vyvolávající pocit sv tla však m že být rozdílná v závislosti na stavu adaptace sítnice na sv tlo, resp. tmu.

P i adaptaci na sv tlo a tmu má významnou úlohu vyjma sítnice i zornice. P i adaptaci na tmu je maximáln rozší ená a tím umož ůje maximální prostup sv telných paprsk do oka. P i adaptaci na sv tlo je zornice úzká.

1.3.2 Centrální ostrost zraku

Centrální ostrost zraku ozna ůje schopnost oka jasn a ost e vid t p edm ty a jejich detaily. Principem je základní rozlišovací schopnost sítnice rozpoznávat dva body jako dva za p edpokladu, že jejich obraz p i dopadu na smyslovou vrstvu sítnice podráždí dva ípky, p i emž mezi nimi z stává alespo jeden nepodrážd ěný. Tuto podmínku lze dodržet v oblasti fovea centralis, kde sítnici tvo í jen vrstva ípk .

Centrální ást zraku je funkcí centrální ásti sítnice = fovea centralis. Její kvalitou m íme nejmenší vzdáleností dvou bod , které jsme ješt schopni rozlišit jako dva. Zrakovou ostrost vyjad ůjeme tzv. zorným úhlem.

1.4 o ka

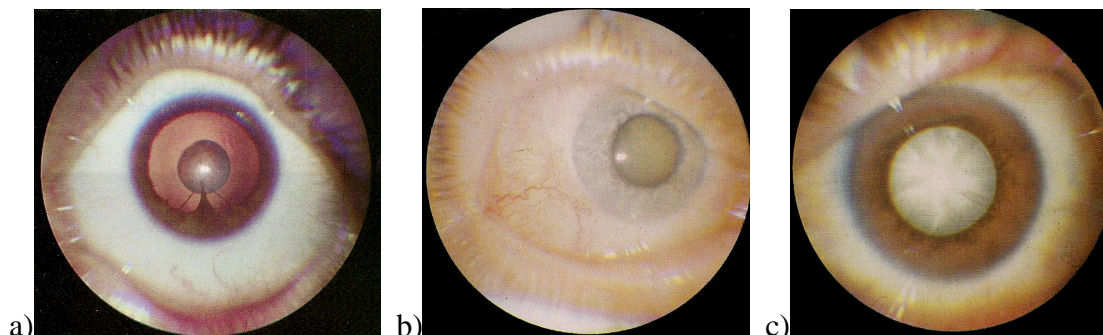
Pro správnou funkci oka je velmi d ležitá o ka. o ka má tvar dvojvypouklého t lesa. Nachází se za duhovkou, kde je fixována jemným záv sným aparátem. Embryo-geneticky pochází z ektodermu.

Základ o ky se tvo í už v pr b hu prvního m síce intrauterinního života. Na p ední stran tvo ící se o ky se nachází vrstva epitelu o ky, který se po dobu celého života produkuje v jádru o ky, neztrácí se. Postupn se však ztrácí obsah vody a rozhraní mezi nimi se stírá. Tak vzniká jádro o ky, které se postupn zv tšuje a potla ůje p ední a zadní k ru o ky. Povrch o ky je obalený pouzdem.

2 Katarakta

Ztráta průhlednosti oka – šedý zákal – je nejčastější změnou oka.

Obr. 4



Obr. 4 Typy katarakt:

a) adnátní perinucleární cataracta, b) cataracta senilis nuclearis, c) cataracta senilis corticalis progrediens

2.1 Vznik katarakty

Na vzniku se podílí různé fyzikální faktory: mechanická porucha pouzdra při penetračních poraněních, ionizující (ultrafialové) a neionizující (infračervené) záření, zasáhnutí bleskem, resp. elektrickým proudem vysokého napětí, samotné změny v komorovém moku, chemické faktory změny pH, poleptání oka kyselinami i zásadami, působení rozlišených cytotoxických jedů, jako jsou organická rozpouštědla, ale i endokrinní vlivy (diabetes, změna metabolismu vápníku), kataraktogenní působení a mnoho dalších faktorů, které působily ještě po dobu intrauterinního vývoje plodu, například přechycení některých infekčních nebo virových chorob nebo užívání některých antibiotik v prvním trimestru gravidity.

V některých případech jsou při vzniku katarakty významné genetické faktory.

Působením škodlivin po delší dobu může vzniknout katarakta ihned, nebo po mechanickém porušení pouzdra s proniknutím komorového moku do oka. Postupným působením některých toxinů po dobu intrauterinního vývoje vzniká katarakta obvykle bilaterálně. Jakmile působí jen určitý čas, další vlákna oka se následně tvoří iřivě (cataracta perinuclearis). Sítání opakovného působení

synkritických dávek patologických faktor vyvolává tzv. komplikované typy katarakt, například působení ionizujícího (infra červeného) záření apod. I zmny související s v kem se rozvíjejí v o ce pomalu, oby ejn v jednom oku je stav pokro ilejší než ve druhém.

2.2 Etiologické d lení katarakty

1. vrozené

Mají stacionární charakter.

2. získané

Mohou vzniknout na základ v kových faktor , tj. jde o sta ecké zm ny, vznikají na podklad r zných proces už uvedených exogenních faktor . Ozna ujeme je jako komplikované katarakty a za azujeme k nim i traumatologické katarakty.

2.2.1 Stacionární typy katarakt (Cataracta adnata)

Indikace vrozené katarakty je p ibližn 1:20 000 živ narozených d tí. Etiologicky má asi 25% t chto katarakt d di ný základ, zbytek zp sobují ‚peristatické‘ faktory (v souvislosti s p ekonou virovou infekcí, kdy nej ast ji jde o rubeolu, kterou matka p ekonala v prvních m sících gravidity, atd.)

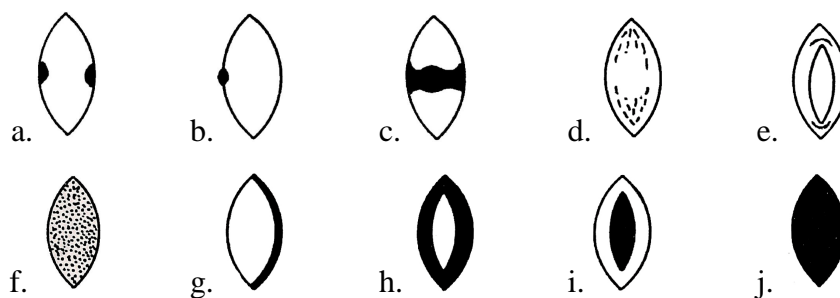
Adnatní katarakta m že mít dv klinické formy: parciální a totální. Ob dv mají mnoho konkrétních klinických typ . Totální zákaly se poznávají krátce po porodu podle šedé barvy zornice, parciální formy ásto až p i nástupu do školy.

2.2.1.1 Typy stacionárních katarakt

Základ stacionárních katarakt m že být v tomto p ípad lokalizovaný na r zná místa o ky, podle toho se rozeznává:

1. *cataracta polaris posterior*
2. *cataracta polaris anterior*
3. *cataracta pyramidalis*
4. *cataracta fusiformis*
5. *cataracta zonularis*
6. *cataracta perinuclearis*

Obr. 5



Obr. 5 Typy katarakt

Vrozené katarakty: a) *cataracta polaris anterior et posterior*, b) *cataracta pyramidalis*, c) *cataracta fusiformis*, d) *cataracta corticalis*, e) *cataracta prinuclearis*, f) *cataracta totalis*

Získané katarakty: g) *cataracta posterioris*, h) *cataracta senilis corticalis*, i) *cataracta senilis nuclearis*, j) *cataracta corticonuclearis*

Zakalená očka zabírají v různém stupni rozvoje katarakty dopadu světelných paprsků na sítnici, čímž napodobuje retardaci vývinu vidění, nejvíce zrakové ostrosti.

Při parciálních kataraktách, nejčastěji u typu *cataracta zonularis* anebo *cataracta perinuclearis*, vidíme systém zákalů v jádře a v okolí jádra očky. Při pohledu zepředu mají podobný tvar a na okraji se tvoří systém drobnějších zákalů. Název celkově budí dojem paprsků okolo slunce a bývá zachována poměrně dobrá kvalita vize. Indikace na operaci se řídí výlučně zrakovou ostroší.

2.2.2 Progresivní typy katarakt (Cataracta senilis)

Senilní katarakta je nejastější chorobou zmíněnou o ky. Za átek sta eckého šedého zákalu se zjiš uje okolo 55. roku života i d íve. P ítom m žeme zjistit rozvoj šedého zákalu p edevším v k rové ásti, anebo v jád e, p ípadn sou asný rozvoj v k e i v jád e.

2.2.3 Kortikální katarakta

P í kortikální katarakt , která je nej ast jším druhem sta eckého šedého zákalu, nacházíme klikovaté zákaly zpo átku na periferii k ry o ky a postupn se ší í k centru zabírající v tší polovinu (proces m žeme p írovnat k zamrzání vody v jeze e). Po ur ítém ase se zákaly stále rozši ují a zahuš ují se. Po zasažení centrálních ástí o ky se už výrazn zhoršuje centrální ostrost zraku.

2.2.3.1 Vývoj kortikální katarakty

1. *cataracta incipiens*

Po áte ní stadium, kdy pacient nemá nijaké v tší subjektivní problémy.

2. *cataracta progrediens*

Zv tšování zákalu vede sou astn k p íbývání obsahu vody a napu ení vláken o ky.

3. *cataracta intumescens*

Zkalená vlákna se stávají perle ov lesklými.

4. *cataracta fere matura*

Ztrátou vody se o ka pozvolna dále zten uje a zákal se zahuš uje.

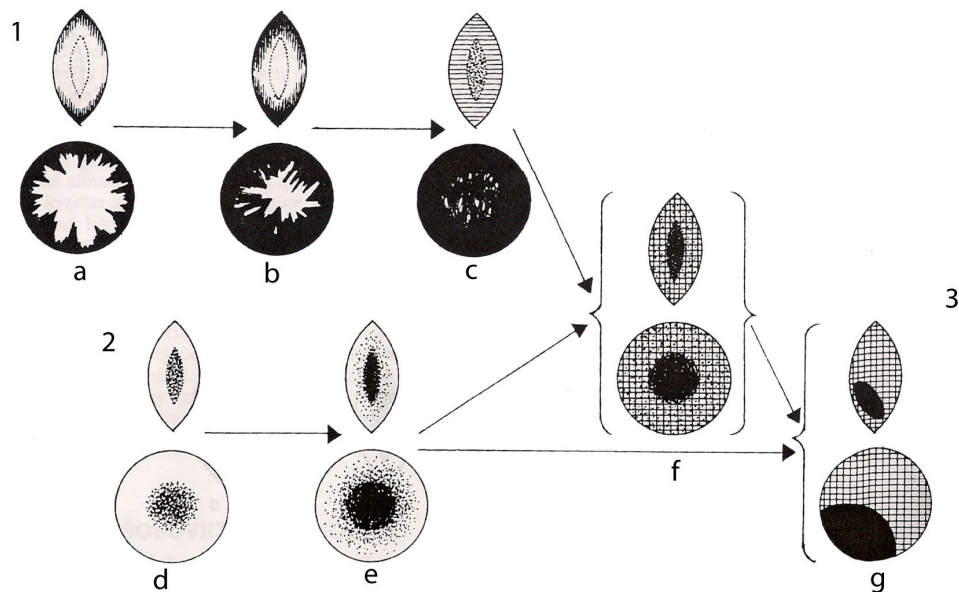
5. *cataracta matura*

Celá o ka je nakonec rovnom rn syt zakalená a má šedou barvu, hloubka p ední komory je op t normální.

6. *cataracta hypermatura*

Jakmile o k a z stává dále v oku, k rové hmoty zkapal ují a jádro nabývá žluté barvy a poklesne v pouzd e dol

Obr. 6



Obr. 6 Postup rozvoje kortikální nebo nukleární katarakty:

1: a) *cataracta senilis corticalis incipiens*, b) *cataracta senilis corticalis progrediens*, c) *cataracta senilis corticalis fere matura*, f) *cataracta senilis corticalis matura*,

2: d) *cataracta senilis nuclearis incipiens*, e) *cataracta senilis nuclearis*, f) *cataracta senilis nucleocorticalis*

3: g) *cataracta senilis hypermatura*

2.2.4 Jádrová neboli nukleární katarakta

Vyzna uje se medov žlutým zakalením jádra o ky, které se pomalu zhuš uje, a nabývá žlutého až hn dého zabarvení. Neprobíhá v takových etapách jako kortikální katarakta. ásto se vyskytuje p i krátkozrakosti. Vyvíjí se velmi pomalu, p i emž ani ve velmi pokro ílém stádiu nebývá k ra o ky úpln zakalená, proto nenastává takový významný pokles vid ní až na úrove rozeznávání sv tla od tmy, jako je to p i kortikálním kataraktu.

Při šedém zákalu o ky sta eckého typu zjišťujeme ve velkém procentu souasný rozvoj v k e i v jádru, avšak n kdy je výrazn jší proces v povrchových vrstvách, n kdy zase více v jád e, což nazýváme kortikonukleární kataraktou. Pacient má celkov výrazn jší subjektivní t ůkosti, které se zjev í d íve, než p i izolovaném postihnutí jen k ry a jádra.

2.3 P íznaky katarakty

Subjektivní p íznaky sta eckého šedého zákalu se projevují pozvolna se zhoršujícím poklesem a zamlžením vid ní. Pacient si st ůhuje, že vidí jakoby p es vodu (katarakta = vodopád). P ítom pokud jde o nukleární kataraktu, postižený vidí p i slabém osv tlení a za soumraku, kdy se zornice rozší í. Jakmile jde o kortikální kataraktu, p i siln jším osv tlení (sluncem) se zjišťuje lepší vid ní nežli p i slabším, tj. p i zúžení zornice se využijí centráln málo zakalené úseky zornice. Proto n kdy postižený nosí tmavé brýle, ímž do jisté míry p edejde nep íjemnému subjektivnímu po ítku.

Postupným zhuš ováním zákalu v o ce poklesne centrální zrková ostrost oby ejn v pr b hu n kolika let tém na hranici praktické slepoty (oko nakonec rozpozná jen sv tlo a tmu). V každém p ípad se však zachová funkce sítnice ve smyslu správné projekce sv tla (pacient správn rozezná í barvu).

Pokles ostrosti zraku v procesu dozrávání katarakty se m ůže dokonce na delší dobu í zastavit, a dokonce se m ůže í o n co zlepšit, nebo na ur itý as m ůže í zmizet, ale následn znovu nastává pokles zrkové ostrosti. Zakalená o ka absorbuje sv telné paprsky a brání vstupu sv tla do oka jako mlé né sklo. Nejde tedy o onemocn ní sítnice. Pokles vízu pro šedý zákal o ky není „slepota“. Zp sobuje však pom rn velké omezení kvality vid ní, a v p ípad oboustranného výskytu í omezení pacienta v pohybu. Pak mluvíme o praktické slepot .

2.4 Diagnóza katarakty

Diagnóza se zakládá na zjištění a lokalizaci zákalu v oční čočce za použití fokálního světla soustředěného na oko z boku, kdy se na černém pozadí zornice zjeví šedé trojúhelníkovité zákaly na periferii, anebo šedý terč v centru. Podrobnější vyšetření dáváme ve světelném zrcadle štěrbinovou lampou a biomikroskopem. Druhou diagnostickou metodou při zákalu je zjištění „průhlednosti“ (průsvitnosti) oka oftalmologickým zrcadlem, kdy se na černé reflexi očního pozadí znázorní zákaly jako černé útvary.

Traumatologické katarakty vznikají po mechanickém poranění pouzdra. Rozvíjejí se v průběhu několika hodin až dnů po poranění. Oční čočka silně reaguje a rychle se zakalí, při emyách zkalené hmoty se přes ránu tlačí do přední komory oka a mohou způsobit i zvýšení nitroočního tlaku. Komplikované katarakty se nejčastěji vyvíjejí po předchozím onemocnění oka, například po iridocyklitidách, působením ionizujícího záření (po vícenásobné expozici malými dávkami anebo po jednorázovém velkém ozáření aplikovaným lékem nebo po atomovém výbuchu apod.)

Komplikovaná katarakta se objevuje v centru kortikálního kortexu a pomalu se plošně rozšiřuje. Podle lokalizace a tvaru se tato katarakta nazývá zadní miskovitá katarakta (*cataracta corticalis posterioris scutellaris*).

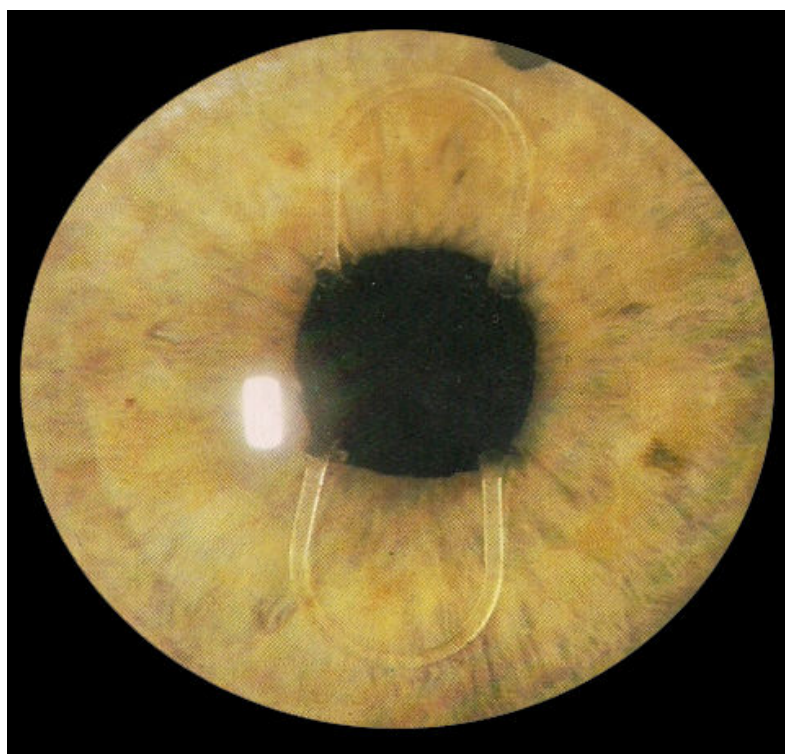
Zvláštním typem komplikovaných katarakt jsou katarakty způsobené infračerveným zářením. Vznikají dlouhodobým působením infračerveného záření, například u pracujících ve sklářských hutích při vysokých teplotách (odtud sklářská katarakta) apod. Při nich se kromě zadního kortexu typicky tvoří i přední pouzdro – hoblinovitě se odlučuje.

Při diagnóze obou typů katarakt se postupuje stejně jako při senilních kataraktách.

2.5 Léčba katarakty

Léčba se v současnosti provádí pomocí operačního odstranění zkalené čočky (tj. šedého zákalu). Zlepšení vidění však lze očekávat pouze tehdy, když sítnice, resp. zrakový nerv, je plně schopný funkce. Proto je potřebné před plánovanou operací katarakty uskutečnit komplexní vyšetření na vyloučení nežádoucích faktorů (diabetes, hypertonie, ...) a udržet potřebnou medikamentózní péči. Až po stabilizaci celkového stavu můžeme přistoupit k operaci oka. Výhodou mikrooperací katarakty je i to, že pacienti nemusí dlouhodobě ležet. Oko bývá po operaci zakryté obvazem jen 6-12 hodin. A už druhý den může pacient chodit. Kardiovaskulární systém není tedy nadměrně zatížen, takže operace je možná i u pacientů s pacemakerem.

Obr. 7



Obr. 7 Oko po operaci katarakty

2.5.1 Opera ní lé ba katarakty a korekce afakie

U dosp lých se operace katarakty indikuje sníženou kvalitou ostrosti zraku. P itom u pacient s traumatickými a komplikovanými typy jednostranných zákal o ky indikujeme operaci v úsilí co nejd íve obnovit binokulární vid ní i v této dob , kdy vízus neklesl na hrani ní hodnoty. Takto umož ůjeme d ív jší návrat do p vodního pracovního procesu.

P i silných typech šedého zákalu o ky je operace indikována p i poklesu vízu na úrove asi 0,3 normy. P i zjišt ní rozvoje šedého zákalu o ky na obou o ích se operace na h e vidícím oku doporu í p i poklesu vízu na 0,4 – 0,5 normy. Operace dít te se navrhuje podle toho, jestli jde o jednostrannou nebo dvoustrannou kataraktu.

Jakmile se jedná o vrozenou bilaterální kataraktu, operace jednoho oka se má uskute nit okolo t etího m síce po narození, operace druhého s odstupem trnácti dní po první operaci. V p ípad , že jde o vrozenou jednostrannou kataraktu, vhodn jší je operaci vykonat co nejd íve. V p ípad perinukleární katarakty se operace d lá v p edškolním v ku. Pokud jsou hodnoty ostrosti zraku vyhovující, od operace se ustupuje.

Podstatou operace šedého zákalu o ky je jeho odstran ní (extrakce). U dosp lých se operace provádí v lokální anestézii, kombinované s vodovou retrobulární anestézií a neuroleptanalgénií. U d tí a psychicky neklidných pacient je výhodn jší celková anestézie. Operace katarakty pat í mezi mikrochirurgické výkony v oku.

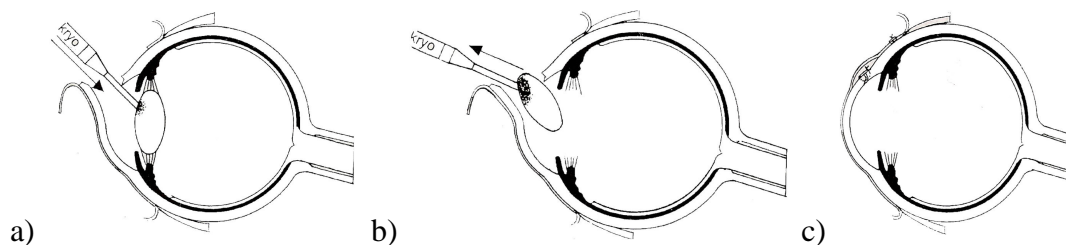
2.5.2 Zp sob odstran ní o ky

o ku odstra ujeme zásadn dv ma zp soby: intrakapsulárn nebo extrakapsulárn .

2.5.2.1 Intrakapsulárn

Otevíráním přední oční komory jsme schopni zakalenou čočku uchopit přes rozšířenou zornici speciálním nástrojem a odstráníme ji jako celek (bez porušení pouzdra). V oku tedy nezstanou žádné zbytky čočky. Po operaci vznikne „bez čočkový stav“ (afakie). Odstráněním čočky může sklivce blokovat cirkulaci komorového moku (tzv. pupilárním blokem), čímž se zvýší nitrooční tlak. Proto se při této operaci vždy vykonává takzvaná bazální iridenktomie. Sklivce se může dotýkat i rohovky a zapříčinit tím rozvoj takzvané bulózní keratopatie.

Obr. 8



Obr. 8 Schéma postupu při intrakapsulární extrakci katarakty

a) po otevření přední komory se schodovitým okrajem pronikne kryosondou přes zornici ke zkalené čočce, která se zmrazí, b) při etrhnutí závěsného aparátu se celá zkalená čočka vytrhne, c) rána se sešívá traumatickým stehem

2.5.2.2 Extrakapsulárn

Po porušení předního pouzdra čočky se odstraní zkalené jádro i kortikální hmota bu klasicky (vymasírováním) nebo ultrazvukovým fakoemulzifikátorem. Pouzdro čočky se ponechá na místě (zůstává fixované na závěsném aparátu). Ponechané pouzdro čočky, případně s neodstraněnými úlomky zkalených čočkových hmot v něm, se nazývá cataracta secundaria. Sekundární katarakta obvykle zhoršuje ostrost zraku, proto se podobně po těchto až čtyřech týdnech musí uskutečnit druhá plánovaná operace. Tuto operaci vykonáváme speciálním diecézním nožem. Okrajem zadního pouzdra v podobě křížku tak, aby se uvolnilo optické centrum.

Nejnoveji se tento výkon dělá nekrvav „světelným“ nožem (YAG laser). Po extrakapsulární operaci také vzniká afakie. Při operaci katarakty se musí otevřít přední oční komora okrajem při horním okraji rohovky na limbu, který je téměř

vaskulární, proto nastává jen malé krvácení. Sám se vykonává schodovit a jeho délka je podle zvoleného mikrochirurgického postupu. Při operaci má operátor a asistenti k dispozici operační mikroskop. Na šití se používá mikrochirurgicky atraumatický šicí materiál monofilového charakteru. Technicky může druhý den pacient po mikrochirurgické operaci chodit. Stehy se ponechávají delší čas, než kdy více mluví.

Mezi závažné komplikace operace katarakty patří krvácení, které může být intenzivnější především u diabetiků a hypertoniků. Při mikrochirurgické operaci může krvácení nepříznivě ovlivnit průhlednost sklivce. Mimořádně vážné následky může mít takzvané propulzivní krvácení, které je důsledkem náhlé dekomprese nitroočního tlaku při otevření přední oční komory, u pacientů se zvýšeným sklonem k fragilitě cév (arteroskleróza), respektive u hypertoniků. Stav obvykle končí ztrátou oka. Úmrtím komplikací operace katarakty bývá i vytlačení části sklivce z oka. Tato komplikace si vyžaduje další mikrochirurgický zásah přední částí novou vitrektomií. Někdy se po operaci katarakty objeví, nejčastěji rizikových skupin pacientů (s vysokým stupněm myopie), amotio retina. Můžeme zjistit i rozvoj chronické iridocyklitidy a zvýšení očního tlaku. Velmi vážné následky vyvolá rozvoj bakteriální infekce (záněk i myotické) v oku po operaci katarakty. Nitrooční struktury jsou totiž velmi dobrým kultivačním médiem, a proto se v předoperační přípravě kontroluje bakteriální flóra ve spojivkovém vaku a v případě pozitivního nálezu se k operaci přistoupí až po cílené léčbě. V souvislosti se intenzivní léčbou antibiotiky snažíme oko zachránit odstraněním hnisu.

Bez obojitého stavu při operaci katarakty – afakie – znamená ochuzení optického systému oka. Oko je před operací emetropické, ve stavu afakie je silně dalekozraké. Bez doplnění optického systému vidí pacient jen málo. Pacient může například rozeznat prsty asi na vzdálenost 1 m. Aby se obraz zaostil znovu na sítnici musí se fokus posunout dopředu, proto se afaktické oko před operací podkládá.

Jestliže byla před operací katarakty zjištěna refrakční chyba oka, výsledná hodnota potřebné korekce je aritmetickým součtem hodnoty korekce předvzdálené refrakční chyby a hodnoty korekce. Po operaci katarakty je potřebná jen minimální anebo žádná korekce brýlemi. Při potřebě korigovat afakii po operaci katarakty vzniká osobitá situace, kdy na jednom oku chceme afakii korigovat brýlemi, ale na druhém oku jde o oko fakické (s vlastní očí) s normálním vizelem. V tom případě na oku po operaci katarakty s afatickou korekcí vzniká větší obraz (asi 4krát) než na fakickém oku (tj. bez brýlí). Tento stav se označuje jako anizeikónie. Takovýto rozdíl ve velikosti dvou

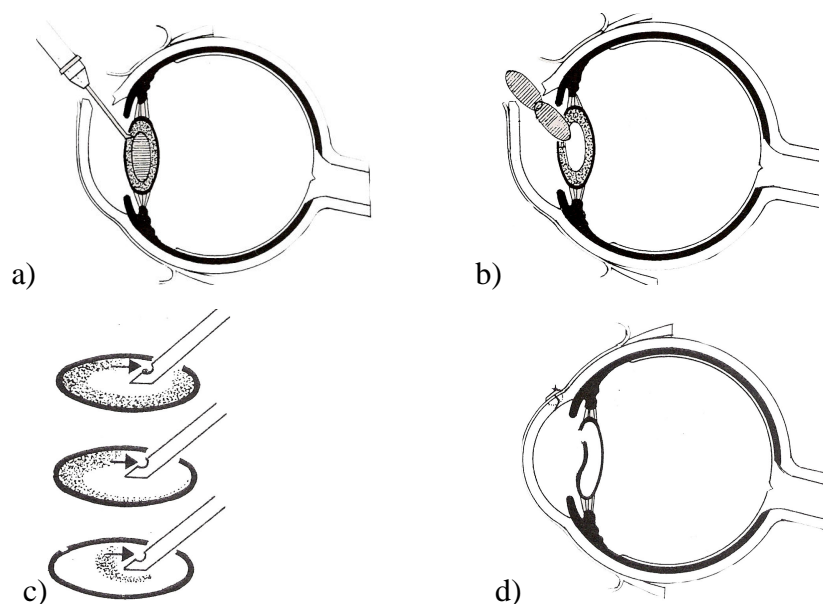
obraz znemožňuje fúzi ve zračkovém centru kříž mozku, a tak nemůže vzniknout stereoskopický obraz, ale jen velmi rušivé dvojité vidění. Proto se pro korekci jednostranné afakie zavedly do klinické praxe kontaktní čočky, které poskytují přibližně stejný obraz a umožňují fúzi. Díky modernizaci se však začalo ve větším měřítku využívat možnosti mikročirurgické operace oka, která spočívá v intraokulárním implantování umělé vnitřní čočky. Tím pádem nedochází k brakování čočky.

Dnes se zásadně umělé nitrooční čočky implantují tzv. zadokomorovou technikou. Současné nitrooční čočky jsou z jednoho kusu metylmetakrylátu, ale používají se i srolované silikonové čočky, které se rozloží až v pouzdře čočky po implantaci. Lomivá síla umělé čočky se vypočítá podle hodnoty extrahované čočky. Umělé čočky se fixují v zadní komoře, výjimečně se implantují i do přední komory oka. Nesnášenlivost umělé čočky je ojedinělá a minimální. Po operaci se mohou objevit příznaky chronického podráždění uvey, například poškození rohovky. Proto se před plánovanou implantací umělé čočky velmi pečlivě zvažuje indikace, resp. kontraindikace. Při výrobě typu čočky pro implantaci se dioptrická hodnota řídí výpočtem, dále rozmezím oka, typem implantátu, klinickými skutečnostmi, jako je povolání pacienta, a údaji výrobce.

Mikročirurgie si vyžaduje jen malé rány do oka. Tím je dána možnost vykonávat tuto operaci ambulantně, takže pacient nemusí být hospitalizován na oddělení, nýbrž jen zůstává několik hodin po výkonu pod odborným dozorem. Další starost přebírá oftalmolog ve speciální ambulanci.

U malých dětí (okolo 1-2 roku) se vzhledem k rýhové bulvy v souvislosti nedoporučuje implantovat umělou čočku, ale korekce brýlemi resp. kontaktními čočkami. Implantovat umělou čočku je vhodné až okolo puberty. V případě jednostranné katarakty u dětí do tří let přichází v úvahu i implantace umělé čočky.

Obr. 9



Obr. 9 Schéma postupu při extrakapsulární extrakci katarakty

a) po oddělení spojivky se otevře přední oční komora schodovitým řezem, přední pouzdro čočky se prořízne a odstraní, b) husté zkalené jádro čočky se uvolní a odstraní vymasírováním a nebo fakoemulzifikací, c) odsání kortikální hmoty, d) v oku zůstane pouze pouzdro čočky, rána se uzavře traumatickým stehem, oko je afatické

3 Barvocit

Barevné vidění je složitý proces. Aby člověk byl schopen vidět barevně, potřebuje neporušenou činnost oka, zrakové dráhy a příslušného mozkového centra.

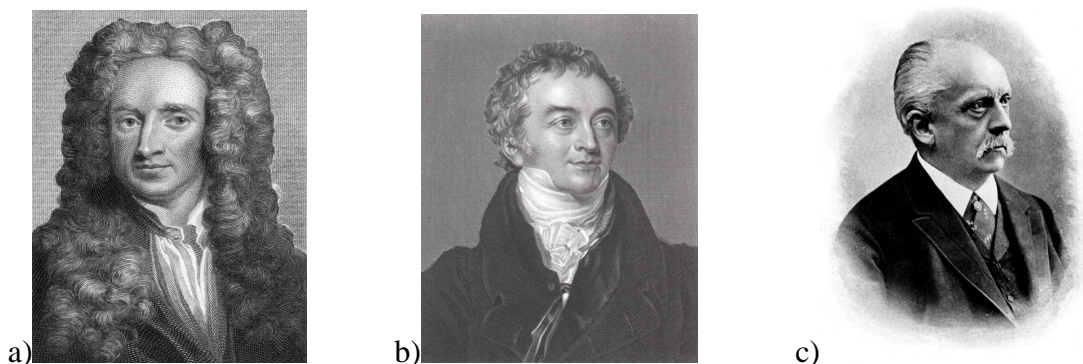
Barvocit je schopnost rozeznat barvy. Rozeznávání barev nám zajišťují čípky. Fyziologicky je člověk schopen vnímat okolo 150 barev v rozsahu viditelného světla, celkově však více než 2 000 odstínů.

Barevný vjem vzniká podrážděním sítnice zářivou energií světla s určitou vlnovou délkou. Spektrofotometrií byly rozpoznány tři druhy fotopigmentů čípků, jež absorbují světlo v oblasti 440 až 450 nm (modrá), 535 až 555 nm (zelená) a 570 až 590 nm (červená). Barevné vidění je rovněž závislé na intenzitě světla. Nejlepší schopnost rozeznávání barev máme v oblasti fovea centralis. Na periferiích je tato schopnost nižší, protože se zde nachází větší množství tyčinek než čípků.

3.1 Trichromatické vidění

Existuje řada teorií, které uvažují o trichromatickém vidění. Tyto teorie jsou spojovány se jmény jako je například sir Isaac Newton, Thomas Young a Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz.

Obr. 10



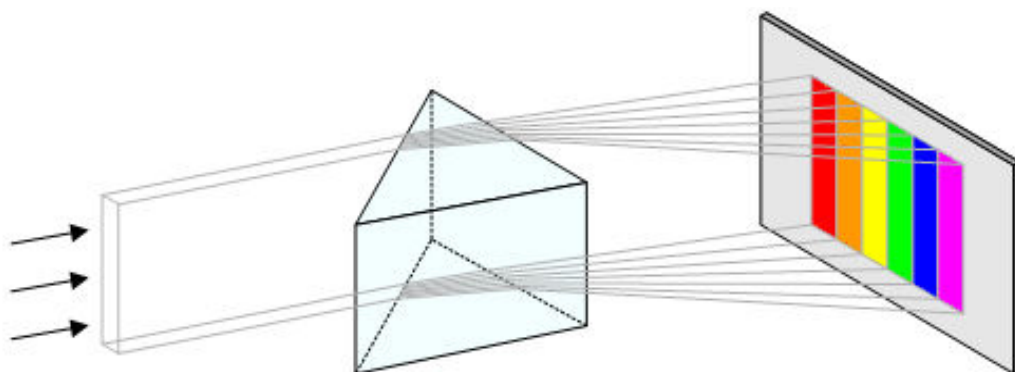
Obr. 10 Obrázky v *dc*

a) sir Isaac Newton, b) Thomas Young, c) Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz.

3.1.1 Newton v experiment

První pohled na povahu barevného vidění přišel z Isaac Newton. Ve svém pokoji na Cambridgeské univerzitě, položil hranol tak, aby slunce svítilo otvorem v okenici a vstupovalo do hranolu. Newton poznamenal, že sluneční světlo se transformovalo. Při chodu hranolem rozložil bílé denní světlo na barevné spektrum. Poznamenal také, že sluneční světlo může být obnovené rekombinací spektrálních barev. Newton došel k závěru, že sluneční světlo se skládá z jednotlivých spektrálních barev. Později se ukázalo, že tyto spektrální barvy se lišily ve vlnové délce a potvrdili tak poprvé souvislost mezi vlnovou délkou a barvou. Nicméně, to bylo jasné, že Newton byl první, kdo zjistil, že paprsky nejsou barevné, jinými slovy, je barva vnímána spíše jako fyzikální jev.

Obr. 11



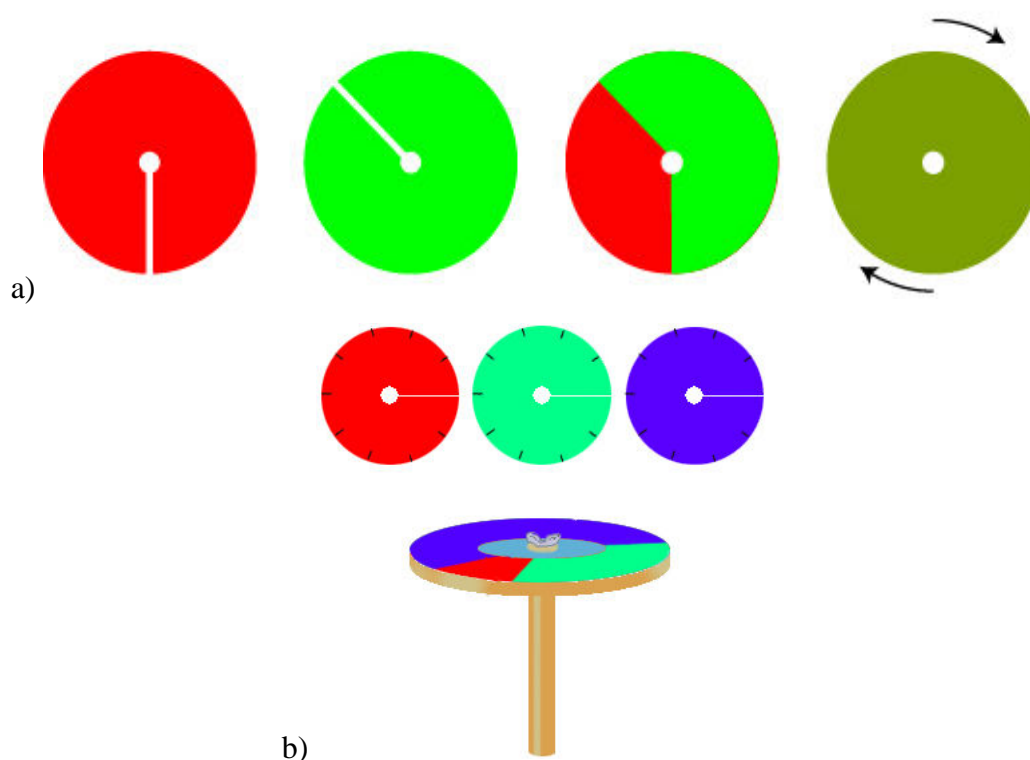
Obr. 11 *Newton v experiment*

3.1.2 Youngova trichromatická teorie

Dalším důležitým příspěvkem k pochopení vnímání barev přinesl Thomas Young (1773-1829). Young se domníval, že je málo pravděpodobné, aby bylo oko ovládané různými receptory pro všechny viditelné barvy a navrhl, že barevné vidění bylo odvozeno od relativní stimulace tří receptorů.

Youngova tříbarevná teorie byla potvrzena experimentálně až téměř o padesát let později, kdy Maxwell prováděl sérii experimentů, ve kterém používal rotující disk, kde vznikalo aditivní míšení různých kombinací barev. Tyto experimenty ukázaly, že lze prakticky jakoukoli libovolnou barvu vyrobit směsí tří základních barev v různých poměrech.

Obr. 12



Obr. 12 Maxwellovi pokusy

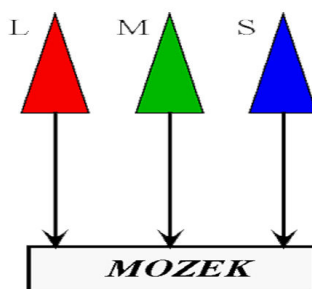
a) Maxwell v pokus p i použití dvou barev, b) Maxwell v rotující disk

3.1.3 Young-Helmholtzova teorie

Hermann von Helmholtz prováděl podobné experimenty s mícháním barev, ale odmítl Youngovu teorii. Helmholtz nebyl schopen vyrovnat všechny spektrální barvy z tří barevné směsi. Později si uvědomil, že tento výsledek by mohl být vysvětlen tím, že sítnicovými receptory se překrývající se spektrální citlivostí. Helmholtz se stal mistrem této barevné teorie, která se později stala známá jako Young-Helmholtzova teorie.

Pánové Young a Helmholtz se shodli, že všechny barvy spektra lze získat smíšením tří základních monochromatických barev. Předpokládali, že v sítnici dochází k podráždění tří vizuálních elementů. Podrážděním všech tří elementů vzniká vjem bílé nebo šedé barvy, vjem černé v době, kdy nedochází k podráždění.

Obr. 13



Obr. 13 *Young-Helmholtzova teorie*

Na to, že někteří lidé nejsou schopni vnímat některé barvy poprvé poukázal anglický lékař Dalton, který barvy nerozeznával a tento jev popsal na sobě.

John Dalton provedl první vážné vyšetování barvocitu v roce 1794. Uvědomil si, že jeho vlastní barevné vidění se liší od jiných lidí, zejména nebyl schopen rozlišovat mezi některými barvami a nebyl schopen vidět tmavě červené barvy. Dalton našel podobné vady mezi jeho bratry a začal zkoumat výskyt tohoto stavu pomocí sad barevných pásek. Dalton věřil, že příčina jeho stavu leží v modrém zbarvení ve sklivci jeho oka. Toto vysvětlení bylo následně vyvráceno vyšetřením po jeho smrti provedeném na jeho vlastní žádost. Nicméně, termín 'daltonismus' přetrvával a dodnes popisuje tuto formu vady barvocitu.

3.2 Poruchy barvocitu

Neporušené rozpoznávání barev označujeme jako trichromatie.

Porušení barvocitu se nejčastěji objevuje u mužů. V zásadě jde o vrozené vady, přičemž ženy jsou přenašečkami těchto genetických kódů na své mužské potomky.

Poruchy, při kterých pacient nerozezná žádné nebo jen některé barvy nazýváme barvoslepost. Existují dva typy barvosleposti: úplná a částečná.

3.2.1 Úplná barvoslepost

Pacient s úplnou barvoslepostí vnímá okolní svět jako černobílou fotografii.

Mluvíme-li o achromatopsii, mluvíme o vzácné poruše zraku, kdy pacient nerozezná žádnou barvu.

Pacient, který není schopen vnímat barvy, může trpět tzv. úplným monochromatismem, kdy se v sípních nachází pouze barvivo pro příjem jen jedné barvy.

Pacient může též trpět tzv. typickým monochromatismem, který nastává v případě, kdy se v sípních nenachází jiné barvivo nežli rodopsin jako v typických, proto se pacientovi jeví svět jako černobílý.

3.2.2 Částečná barvoslepost

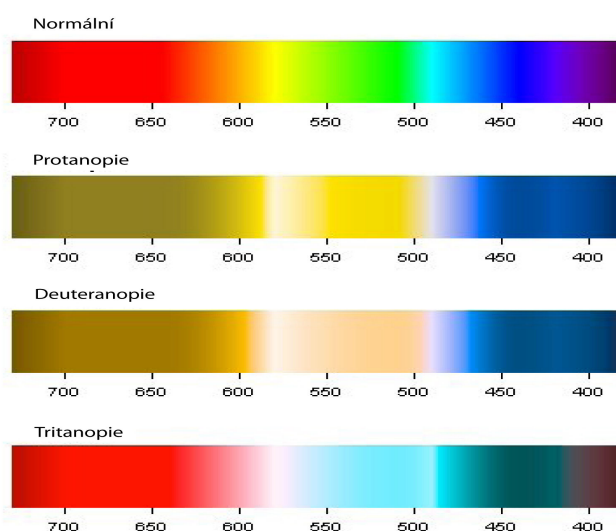
Částečná barvoslepost se rozlišuje podle toho, kterou barvu není pacient schopen vnímat. Pacient je schopen rozeznávat pouze dvě ze tří základních barev. Tuto poruchu nazýváme dichromazie.

Protanopie pacient není schopen rozeznat červenou barvu

Deutanopie pacient nevnímá zelenou barvu

Tritanopie je neschopnost vnímat modrofialovou barvu

Obr. 14



Obr. 14 Spektra dle vnímání

ast ji se však vyskytují paralelní poruchy neboli anomální trichomatie, p i kterých si pacient n které barvy plete, resp. je zam ũje.

<i>Protanomálie</i>	jedná se o poruchu vnímání v oblasti ervené složky spektra
<i>Deuteranomálie</i>	pacient trpí poruchou v oblasti zelené složky spektra
<i>Tritanomálie</i>	porucha vnímání v oblasti modrofialové složky spektra

3.3 Vyšet ování barvocitu

Na zjišt ní správnosti barvocitu, resp. poruchy barvocitu používáme jednoduché pom cky jako jsou barevné bavlnky (Holmgrenovy bavlnky), které p edkládáme pacientovi. Pacient dostane vzorek r znobarevných bavlnek, ze kterých se má vybrat danou barvu. Pro malé d ti je vhodné použití barevných kostek.

P esn ější metodou pro zjišt ní vad barvosleposti je použití pseudoizochromatických tabulek (podle Ishiharu, Rabkina, Velhagen). Tabulky obsahují body, resp. skvrnky r zných barev a r zného jasu. Barevné body vytvá ejí ur ité íslice, písmena i geometrické tvary. Body podobného jasu jsou rozloženy náhodn , proto jejich pozorování osobou s porušeným barvocitem nedovolí úsp šnou identifikaci znak na n kterých p edkládaných tabulkách. Tabulky jsou ur ené pro r zné poruchy barvocitu, aniž by dovolovaly p esn ější specifikaci poruchy.

K p esn ější specifikaci slouží Nagel v anomaloskop, který umož ũje zjistit kvalitativní i kvantitativní složku poruchy barvocitu. Je to zá ení, pomocí n hož vyšet ovaná osoba porovnává dv poloviny zorného pole. V jednom z polí je monochromatické žluté osv tlení a ve druhém poli je sm s barvy ervené a zelené v libovolném m nitelném pom ru. Pacient pomocí šroub m ní sm s barev v druhém polí ku s cílem dosáhnout stejného barevného tónu v obou polích. Platí, že pacient s protanomálií k tomu pot ebuje více ervené , pacient s deuteranomálií více zelené. Výpo tením vzornice lze stanovit tzv. kvocient anomálie, stanovující její typ.

4 Závěr teoretické části

Závěrem teoretické práce je zde pokus shrnout poznatky, týkající se vnímání barev.

Lidské oko je velmi zajímavý orgán našeho těla. Skládá se z nepřeberného množství částí, které společně spolupracují v oku a díky nimž jsme schopni vidět okolní svět. K nejdůležitější částí bych zařadila sítnici, ve které se nachází čípky a tyčinky, jež mají největší podíl na vidění. Pomocí tyčinek jsme schopni rozlišovat barvy a pomocí čípků jsme schopni rozlišovat intenzitu světla. Nejenom jejich poškození vede k neschopnosti vidět. Veškeré porážky, které se v oku objeví, vedou k špatným rozlišovacím schopnostem.

Lidé s normální rozlišovací schopností nazýváme trichromaty.

Lidé s postižením barvocitu se dělí do několika skupin. Jsou zde lidé, kteří nejsou schopni vnímat jednu barvu. Všeobecně se jim říká dichromaté. Tato dichromazie se dělí dále podle druhu barvy, kterou daná osoba nevidí. Pokud člověk nevidí červenou, jeho onemocnění se nazývá protanopie. Deuteranopii trpí osoby nevidící zelený odstín. Tritanopii trpí lidé s vadou vidění modrofialové odstíny barev.

Dále jsou tu lidé, kteří vidí všechny barvy pouze je zaměňují. Tyto vady dělí stejně jako u dichromatů, ale zde je to podle barvy, které osoby zaměňují na protanomálii, deuteranomálii a tritanomálii. A dále existují různé jiné vady, které jsou způsobené například vlivem stárnutí.

Jedna z vad oka, která je způsobena stárnutím je šedý zákal. Onemocnění zvané šedý zákal též i katarakta (lat. cataracta), postihuje především osoby staršího věku, ale výjimkou nejsou ani lidé mladšího věku i děti. Toto onemocnění je operabilní. Operace je v dnešní době prováděna mikrochirurgicky, díky které je zamezeno vzniku velkých pooperačních komplikací. Lidem je implantována nová čočka na místo postižené. Jejich zrak se značně zlepšuje a to především v ostrosti vidění, protože jim je odstraněno zakalení čočky.

II PRAKTICKÁ ÁST

5 Farnswort-Munsell Hue Test

Obr. 15



Obr. 15 Sada pro Farnswort-Munsell Hue Test

5.1 Účel Farnswort-Munsell Hue Test

5.1.1 Primární použití

Farnswort-Munsell Hue Test (Farnswort-Munsell v barevný test) je jednoduchá metoda testování barevného rozlišování. Výsledky dat mohou být použity při řešení mnoha psychologických a prmyslových problémů v oblasti barevného vnímání.

Jeho primární použití jsou:

- Třídění osob s normálním vnímáním barev do třídy s vynikající (superior), průměrnou (average) a nízkou (low) barevnou diskriminací.
- Pro měření zóny barev, ve které pacient není schopen správně rozlišovat. Díky tomu lze určit vadu vidění.

Vzhledem k tomu, že tento test je určen pro měření především psychologické způsobilosti, nemůžeme očekávat, že výsledky budou přímo korelovat s dalšími testy pro barevné vidění. Tedy testy jsou: pseudo-izochromatické desky, barevné vnímání

světla, anomaloskop a kolorimetry, které izolují některé faktory barevných nedostatků, ale nemají obecně barevné rozlišování stejné jako FM Hue Test.

5.1.2 Vzory použití

1. Kontrola inspektorem barevného zboží, barevného stupně, atd.
2. Testování typu a stupně barevného defektu.
3. Detekování špatného barevného vnímání obchodníků.
4. Výběr uchazece o odborný výcvik.
5. Měření efektu medicínského ošetření.
6. Nezávislé kontroly platnosti jiných barevných testů.

5.1.3 Kdy se test nemůže použít

1. Test není určený k rozlišování jemného stupně rozdílu mezi osobami, které byly zařazeny do skupiny superior (nejvyšší).
2. Test není určený pro dichromatické barevné rozdíly pro které splnil/nesplnil.

5.2 Materiály

Farnsworth-Munsell Hue Test se skládá z devadesáti tří barevných plastických kapslí umístěných ve čtyřech oddělených kazetách. Každá kazeta se skládá ze dvou oddělitelných panelů, které obsahují čtvrtinu z osmdesáti pěticíselných označených stahovatelných kapslí. Dvě kapsle jsou opakovaně a pevně jako řídící barva na konci a na začátku každé kazety. Celkem tak tvoří devadesát tři kapslí.

Pigmenty v kapslích jsou vyrobené z nejlepšího stabilního materiálu, poněvadž jsou nechemického původu. Kapsle by neměly být nadměrně a zbytečně vystavovány přímému slunci. Matný povrch barevných kapslí je nezbytné dávat pod stejné spektrální osvětlení se stejným úhlem. Kapsle jsou citlivé na dotyk prstem. Bylo zjištěno, že mírné znečištění nemá efekt při diagnostice hodnoty testu. Nicméně, když kapsle začnou být zašpiněné nebo poškozené, musí být nahrazeny. Při normálním použití je doporučeno vyměňovat kapsle každé dva až tři roky.

Windows software pro vyhodnocení Farnsworth-Munsell Hue Test je navržený pro zjednodušení vyhodnocení testu a stanoví vhodnou sadu pro vynášení hodnot, analyzování a ukládání výsledků.

5.3 Principy interpretace

Informace o použitém materiálu jsou důležité v případě, že je test použitý ve spojení s vizuální prací, která se týká barevného vnímání.

5.3.1 Vnímatelné barevné rozdíly

Představte si diagram zhotovený ze všech možných rozlišitelných odstínů červené, zelené, modré atd. ve všech intenzitách od neutrální k vysoké, ale všechny o stejném jasu. Když budou tyto barvy systematicky organizované, umístěné do nějaké podoby, vytvoří barevnou sadu. Stejnou mezery v tomto diagramu představují stejnou rozdíly v barvách pro normálně vnímající oko.

Předpokládejme, že každá tečka reprezentuje barvu, která je jednoduše rozpoznatelná od každé sousední barvy. Nyní máme celek k mání, který můžeme použít k barevnému rozlišování. Je možné, že v některé oblasti diagramu, které sousední barvy nemohou být rozlišovány specifickými nebo i normálními osobami v některých specifických situacích sledování, a může zde být nezbytný skok tónu nebo pět nebo dokonce i deseti barev v celku před předcházející barvou, aby vznikl jednoduše rozpoznatelný rozdíl od první. V případě, že pro každý specifický úhel nebo osobu budeme mít vhodný test, každá z tisíc kombinací na diagramu plně popíše barevné rozlišovací schopnosti, které by mohly být získány pro každou osobu a podmínku.

5.3.2 Výběr barev v 100 Hue Testu

Úhel nebo metoda Farnsworth-Munsell Hue Testu je poskytnout vzorec barevného diagramu ve všech směrech a tímto indikovat stupeň a orientaci postižení skrz barevné pole. Protože změny v postižení jsou systematické skrz rovinu barvy, všeobecné dedukce mohou být odvozeny ze vzorku dat vzešlých z testu.

Snížením a výměnou barev v sadách, které se původně skládaly ze sta Munsellových barevných papírků, byl zkonstruován kruh z osmdesáti pět papírků tak,

že barevný rozdíl byl jednodušeji rozpoznatelný normálními pozorovateli, když byly papírky řádně normované. Toto normování se skládá z plastových kapslí s černým lemem, který odděluje odkryté (exponované) části barevného disku. Je také nutné, aby existovaly nepatrné rozdíly z disku na disk jak ve své tloušťce tak i v barvě. Poslední zmíněný faktor vyžaduje určitě vyjádření způsobilosti v normálu a zjištění, které barevné defekty nás přinutí sáhnout k jiným kritériím, než jen k rozdílnému odstínu s faktorem černého oddělení. Zároveň je dostatečně krátkým testem pro praktické účely.

5.4 Správa testu

5.4.1 Osvětlení

Spolehlivé výsledky nelze z tohoto testu očekávat, pokud je použito standardní osvětlení. Osvětlení by mělo být přibližně 6740 stupňů Kelvina (standardní osvětlovací stupeň nebo přibližně denní světlo). Rovnocenných výsledků lze dosáhnout s použitím halogenového světla wolframového zdroje, které svítí o 6500°K.

Je-li použito přirozené denní světlo, měla by být zkouška prováděna u okna, které je osvětlené především ze severní oblohy, přičemž po asi lehce až středně zataženém. Vzhledem k tomu, že denní světlo je variabilní, nelze očekávat, že dosáhneme stejných a stabilních výsledků jako při užití standardního osvětlení. Standardizované denní světlo (6500°K) v případě potřeby zajistí koloristická skříň. Obvyklá světla osvětlující prostor by měla být vypnuta nebo jinak chráněna, aby neosvětlovala zkušební plochu.

Nejvhodnější místo pro správce této zkoušky je přes stůl, naproti pozorovateli, od prováděné zkoušky. Světlo by mělo být, jak je výše uvedeno, tak, aby úhel osvětlení byl asi 90 stupňů a úhel pohledu asi 60 stupňů.

5.4.2 Postup testování

1. Otevete jednu kazetu ze sady podél před subjekt (pozorovatele) tak, aby byla prázdná, šikmé hrany desky byly nakloněné k pozorovateli a na desce kazety byly připevněny pouze dvě kapsle a to první a poslední. Tato deska má být položena blíže k pozorovateli. Kazety mohou být podávány pozorovateli v libovolném pořadí. Předtím, než je předložen test pozorovateli, měly by být uspořádány kapsle v náhodném pořadí, tedy zamíchané. Po každém testu je uplatněno následné porovnání kapslí. Poté, co byly výsledky zaznamenány, převedete je na panelu do náhodného pořadí. Pak kazetu uzavřete a zase ji vrátíte do setu. Takto je kazeta připravena pro další testování.
2. Cílem zkoušky je uspořádat kapsle v pořadí podle barvy. Kapsle přenesete z tohoto panelu (ukážete) na tento panel (ukážete) a umístíte je tak, aby tvořily pravidelné barevné série mezi dvěma koncovými kapslemi (uveďte). To zabere asi dvě minuty na panel. Nicméně přesnost je dle ležetější než rychlost, a tak budete pouze upozorňovat, když dvě minuty uplynou, ale panel nebudete odebírat. Subjekt musí kapsle uspořádat tak, jak nejlépe umí, ale nesmí zahálet. Ujistěte se, zda subjekt chápe, co se po něm žádá. Nyní můžete začít s testováním.
3. Pokud subjekt neporozumí, pokusíme se mu to vysvětlit trochu jinak:
4. Vezmete kapsli, která se nejvíce podobá (uvedeme pořadí připevněnou kapsli) a umístíte ji vedle předchozí. . . a kapsli, která je nejvíce podobná jako (uvedeme poslední) a umístíte ji před ní, a tak dále.
5. Povolíme pozorovateli pracovat tak dlouho, jak dlouho potřebuje k tomu, aby umístil kapsle v pořadí, se kterým je spokojen. Pokud dvě minuty uběhly a předmět není hotov, měli bychom ho upozornit, že dvě minuty uběhly, ale přesto mu poskytneme více času na dokončení úkolu.
6. Zaznamenejte čas, který byl potřebný k dokončení testu.

5.4.3 Vyhodnocování

Vyhodnocovat Scoring FM Hue Test ru n je asov náro né a pon kud únavné. Po íta ový program byl vyvinut pro zjednodušení a urychlení procesu vyhodnocování.

5.5 FM Hue Test Scoring Software

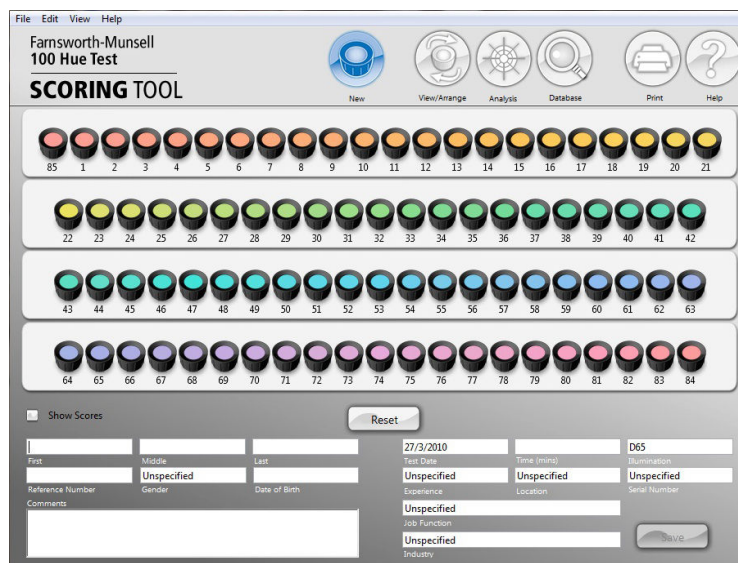
Výsledky mohou být uloženy na disku, program je zobrazí v polárním nebo lineárním formátu a filtrované (analyzované) podle r zných algoritm . Program je také schopen produkovat vysoce kvalitní grafický výstup na širokou škálu displej , na tiskárny nebo plotry.

5.5.1 Obrazovka

Vstupní obrazovka ukazuje schematické znázorn ní FM Hue testu s kapslemi uspo ádanými ve ty ech ádách. Ve skute nosti ve ty ech sadách. Zpo átku jsou kapsle uvedeny ve správném po ádí.

Jedná se o standardní Windows metodu a zahrnuje pohybování kurzorem myši. Stiskneme levé tla ítko myši a držíme ho, pohybem kurzoru umístíme kapsli nad novou destinaci a pak uvolníme tla ítko myši. Kapsle se p esune na novou pozici a všechny ostatní kapsle se v poli posunou a tím zaplní vzniklou mezeru.

Obr. 16



Obr. 16 Obrazovka FM100Hue Testu

5.5.2 Graf

Data mohou být vykresleny ve dvou formátech

- Polární Graf
- Lineární Graf

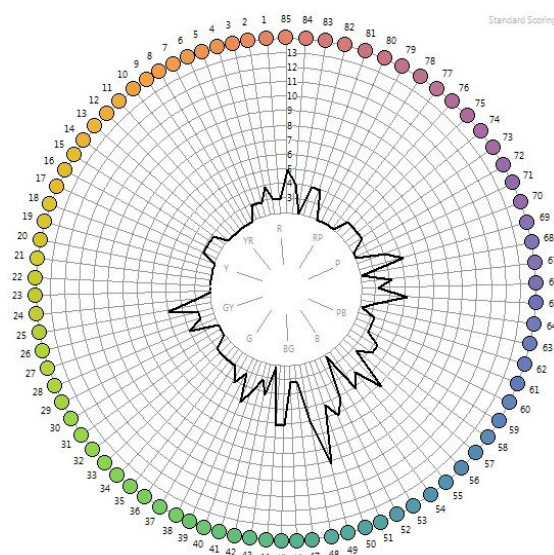
5.5.2.1 Polární Graf

Grafické znázornění vyhodnocení může být vyobrazené na grafu polárním. Oíslované kapsle (1-85) jsou zastoupeny v radiálních linkách. (Poznámka - úhlová vzdálenost radiálních linek není jednotná – je to úmyslné).

Chybné výsledky jsou vykresleny pro každou kapsli zvlášť. Vnitřní kruh představuje skóre 2 (kapsle jsou ve správném pořadí). Kruhy odpovídající chybovému skóre 5, 10, atd. jsou tmavší, aby pomáhaly s výkladem grafu.

Pacient s 'perfektní' rozlišovací schopností, by měl dát všechny kapsle do správného pořadí. V tomto případě by jeho skóre bylo 2 a polární graf ukáže dokonalý kruh kolem jeho vnitřní obvodu.

Obr. 17



Obr. 17 Polární graf s chybami

5.5.2.1.1 Zobrazení údaj

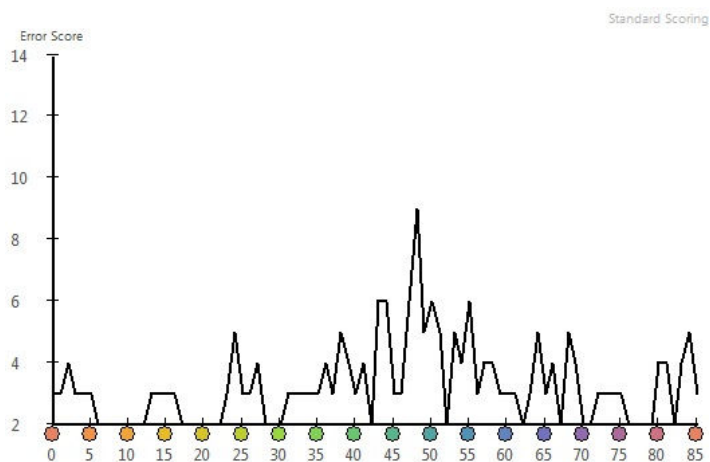
V praxi existuje jen málo lidí, jež je schopno dosáhnout dokonalého výsledku, polární graf tedy v tšinou ukáže adu paprsk kolem vnit ního kruhu. Paprsek vzniká v míst , kde odstín odpovídající kapsle byl umíst n v nesprávném po adí. ím v tší odchylka bod od vnit ního obvodu, tím horší má subjekt rozlišovací schopnost. Rozsah barev, které není subjekt schopen rozlišit lze zjistit p ímo z grafu.

Jedinci s normálním barevným vid ním (ale špatnou odstínovou diskriminací) budou mít více i mén chyb, které jsou náhodn rozmíst né po celém odstínovém kruhu. Jedinci, kte í trpí barevnou vadou, budou mít tendenci d lat více chyb ve dvou oblastech, na opa ných stranách odstínového kruhu.

5.5.2.2 Lineární Graf

Graficky znázorn ná data mohou být zobrazena v grafu lineárním. O íslované kapsle (1-85) jsou zastoupeny podél osy x a chyby skóre se vynesou na ose y. Tento formát se používá z ídka.

Obr. 18



Obr. 18 Lineární graf znázor ující chyby (chyby jsou stejné jako na Obr. 17)

6 Test u pacientů postižených šedým zákallem

Ve spolupráci s oční klinikou TANA byl proveden výzkum, jak lidé vidí před operací a po operaci šedého zákalu.

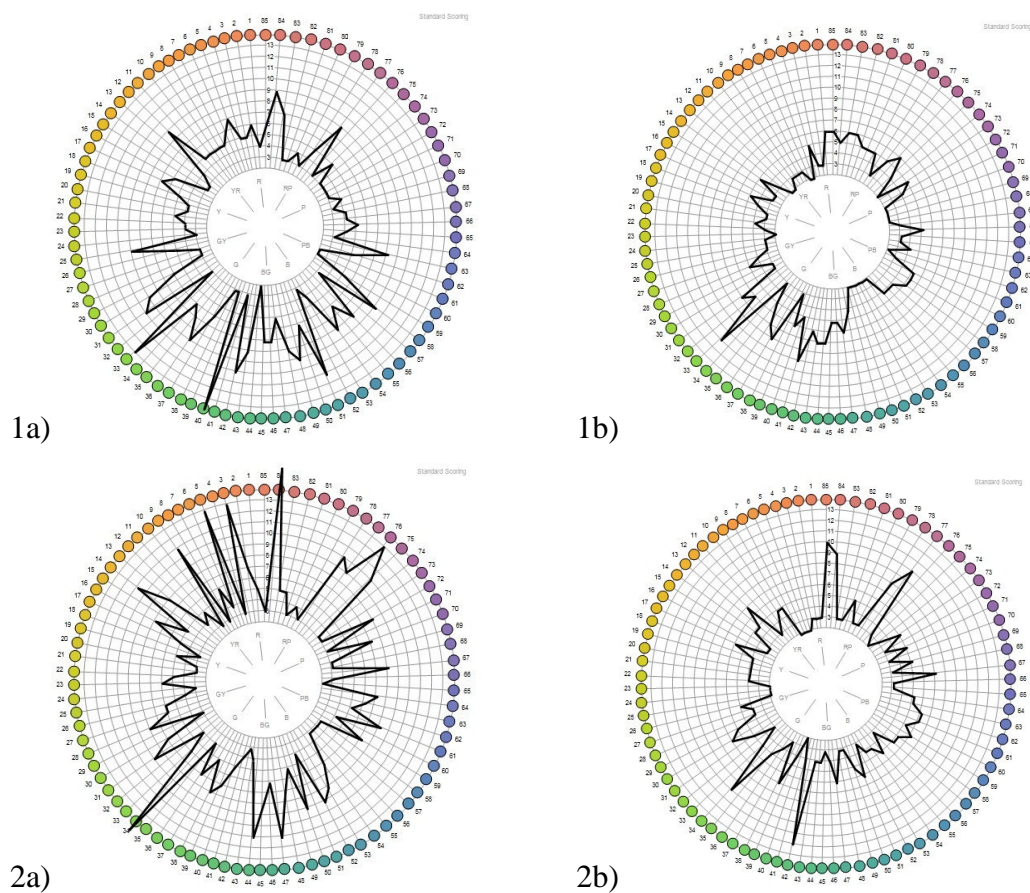
Pacienti byli vyšetřováni pomocí Farnsworth-Munsell Hue Testu v koloristické skíně.

Poprvé test pacienti skládali při návštěvě lékaře, která je nutná pro přesné zjištění poškození oka, určení náhrady a domluvení data operace. Podruhé pacienti tento test skládali měsíc od provedení operace. To je doba, po které by mělo být oko plně zahojeno.

6.1 Výsledky testu

První část testu složilo okolo 60ti pacientů. Druhá část testu se zúčastnilo pouze 14 pacientů. Přes nízkou účast při druhé části testu byly některé výsledky překvapující. U většiny takto testovaných pacientů bylo zjištěno zlepšení, někdy i velkého rázu a některé výsledky indikovaly stagnaci vize. U dvou pacientů nebylo zjištěno zlepšení. Jeden z těchto dvou pacientů sám indikoval přetrvávající pooperační komplikace. Tato skutečnost byla potvrzena i jeho ošetřujícím lékařem. Druhý pacient nevykazoval velké zhoršení a ani sám nepociťoval pooperační komplikace, i nic jiného. Jeho ošetřující lékař nebyl z oční kliniky TANA, proto k testu nebyly zjištěny další informace, které by vysvětlily toto zhoršení vize u pacienta.

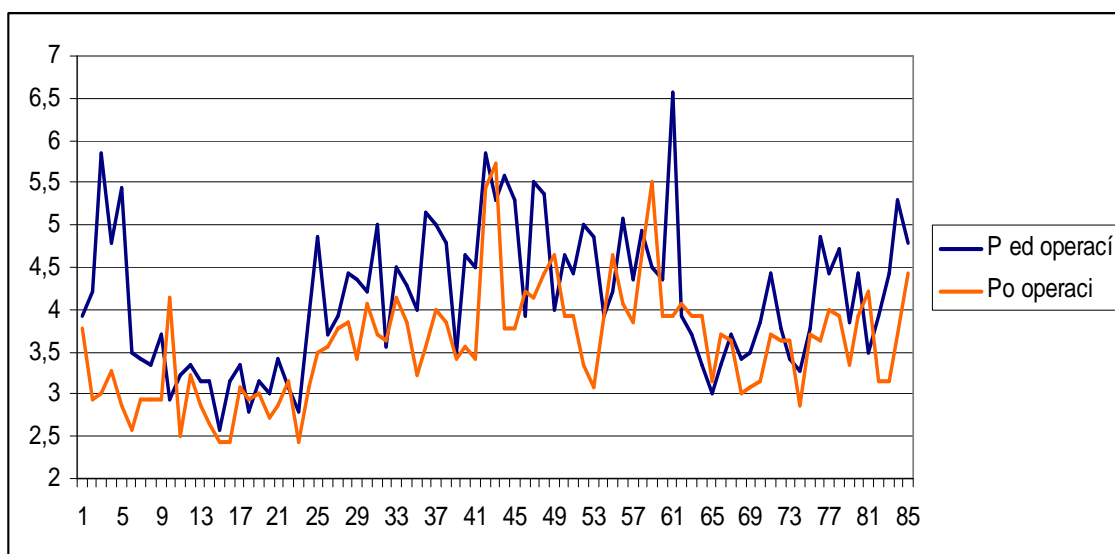
Obr. 23



Obr. 23 P íklady rozdílů p ed operací a po operaci
a) test pacienta p ed operací, b) test pacienta po operaci

Celkem se dostavilo k druhému testování trnácet pacient . Testu se zú astnilo 85 % žen a 15 % muž . Nejlepšího zlepšení vízu bylo zjišt no navýšení o 28 % . Nejv tší zhoršení bylo zjišt no u muže, jehož zhoršení bylo okolo 7 % . Pr m rné zlepšení všech podruhé testovaných pacient bylo okolo 12ti % . Zlepšení dosáhlo 85 % testovaných pacient . Výsledky všech dvakrát testovaných pacient je možné vid t jednotliv v p íloze této práce.

Obr. 24

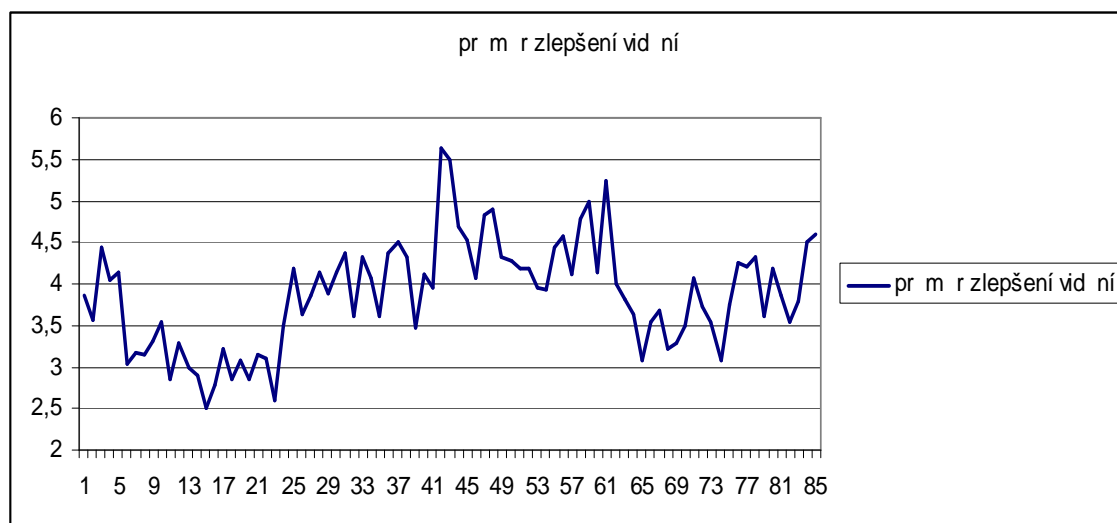


Obr. 24 Vyhodnocení vidění pacientů před operací a po operaci.

Z grafu (Obr. 24) je možné vypočítat rozdíl v rozlišování jednotlivých barev před a po operaci šedého zákalu. U většiny barev došlo ke zlepšení. Jen u malého počtu pacientů došlo ke zhoršení či stagnaci.

Je důležité si uvědomit, že základní číslo je 2. Pokud by se graf dotýkal linie 2, jednalo by se o perfektní zlepšení. Výsledek 2 je nejlepší výsledek, kterého lze dosáhnout. Proto grafy začínají číslem 2. Čím výše graf končí, tím větší zhoršení bylo dosaženo.

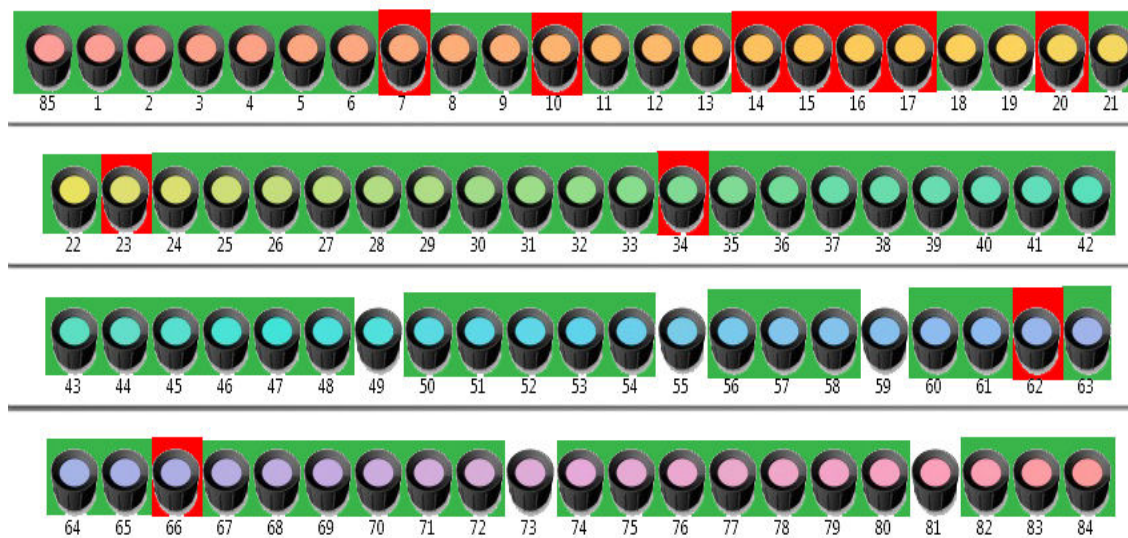
Obr. 25



Obr. 25 Pr m rné zlepšení

Na grafu (Obr. 25) je znázorn ěné pr m rné zlepšení všech pacient .

Obr. 26



Obr. 26 Zobrazení zlepšení/zhoršení barev

Na obrázku (Obr. 26) je znázorněné přímé zhoršení i zlepšení ve vnímání jednotlivých barev u všech pacientů. Zelené jsou označeny ty barvy, u kterých dochází ke zlepšení. Červené jsou podbarveny ty kapsle, u kterých dochází ke zhoršení. Neoznačené barvy jsou ty, u nichž nedochází ke změně.

Celkově se dá usoudit, že většina pacientů dosáhla zlepšení. Zhoršení se projevuje pouze u žluto-červených barev a výjimečně jen jedna barva z řady barevných odstínů jedné barvy. Tento jev může být způsoben zabarvením očí. Oči jsou zabarvené do modra a proto dochází ke kompenzaci v těchto červeno-žlutých odstínech.

7 Design pro osoby s vadami barvocitu

Cílem mé práce je, aby designéři měli program, který jim ukáže, jak jejich zákazník vnímá své okolí. K tomu by mohlo designérům pomoci využití Farnsworth-Munsellova Hue Testu a programu Photoshop, ve kterém by mohli simulovat toto vidění. K tomu, aby jej mohli využívat je potřeba úpravy programu.

7.1 Photoshop

Program Photoshop je zaměřen na úpravu obrázků a fotografií. Úpravou tohoto programu a kombinací s programem Farnsworth-Munsell Hue Test umožníme náhled do světa zrakově znevýhodněných osob.

7.1.1 Návrhy úprav

1. Nejjednodušším řešením pro designéry by bylo vytvořit spojení programu Photoshop a Farnsworth-Munsellova Hue Testu. Se svým klientem by designér udělal testy z Farnsworth-Munsellova Hue Testu a poté by ve Photoshopu příslušným tlačítkem aplikoval výsledky. Ovšem tato úprava je programátorsky složitá, protože by byla nutná dohoda dvou společností a dvou rozdílných programátorských rozhraní.
2. Dalším jednoduchým řešením pro designéry by bylo vytvoření úplně nového programu, který by byl kompatibilní s Farnsworth-Munsellovým Hue Testem.

Toto by bylo vhodné pokud by její vytvořila přímo společnost, jež vlastní autorská práva Farnsworth-Munsell Hue Test.

3. Možnou úpravou programu by bylo, kdyby byl Farnsworth-Munsell v Hue Test schopen na základě výsledků vytvořit tzv. indexovanou tabulku, kterou lze aplikovat v programu Photoshop.
4. Vhodným řešením je i získání dat z programu Farnsworth-Munsellova Hue Testu, díky nimž bychom byli schopni, na základě výpočtu vzorců, aplikovat data do programu Photoshop.

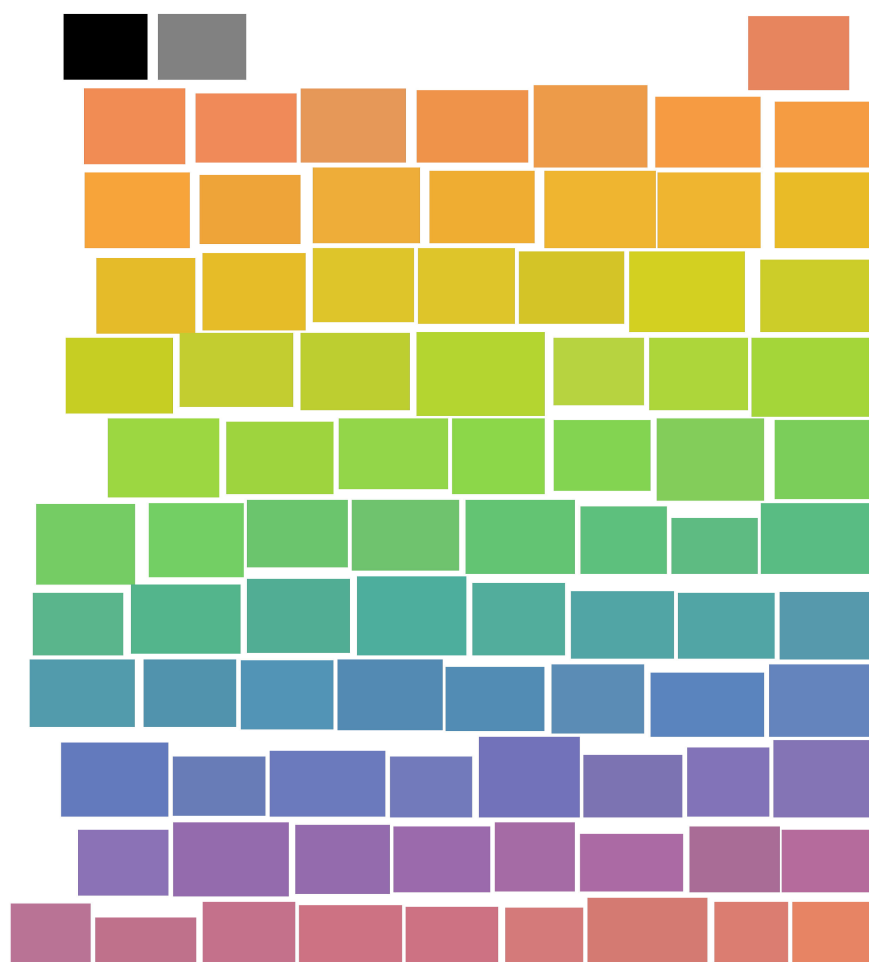
7.1.2 Řešení

Byl proveden pokus o úpravu programu Photoshop. Z předložených návrhů bylo vyzkoušeno řešení 3. Pro pokus zabývat se i možnostmi 4. se mi nepovedlo získat dostatek dat, která by pomohla k jeho vytvoření, a bylo možná bylo daleko efektivnější a přesnější.

7.1.2.1 Vytvoření Indexované tabulky

Základem indexované tabulky se stal Farnsworth-Munsell v Hue Test, z něž byly získány barvy pro její zhotovení, pomocí výběru barev.

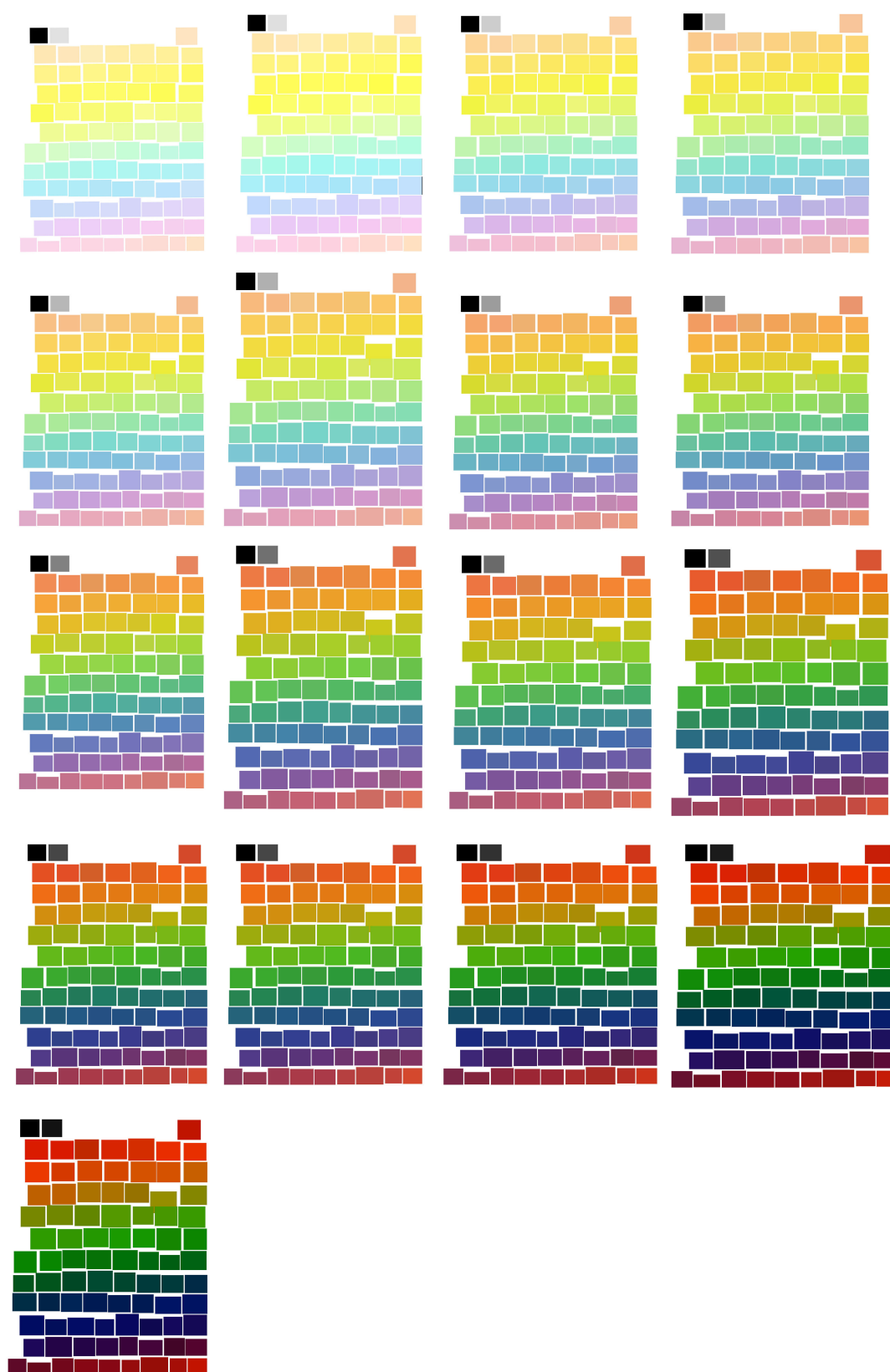
Obr. 25



Obr. 25 Barvy pro indexovanou tabulku

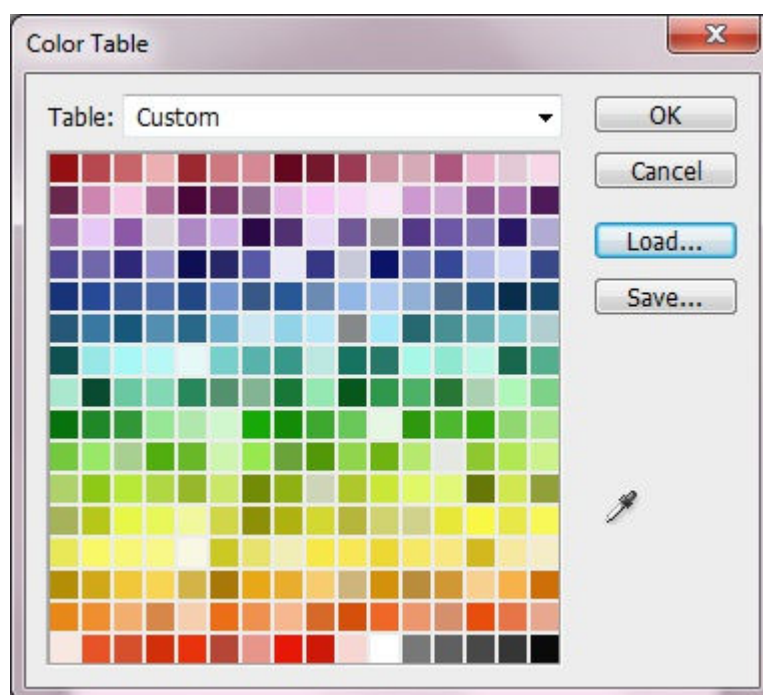
Barvy na fotografii i obrázku, na který budeme indexovanou tabulku aplikovat nemají jednu intenzitu ale n kolik. Proto, abychom docílili plného rozlišení lze využít funkce `k ivek`, díky níž zesv tlíme i naopak ztmavíme základní barvy pro vytvo ení indexované barvy. Každou zm nu je pot eba uložit a následn slou it do jednoho souboru z n hož vznikne kompletní indexovaná tabulka.

Obr. 26



Obr. 26 Barvy pro zhotovení indexované tabulky, pro pozorovatele superior

Obr. 27



Obr. 27 Indexovaná tabulka

7.1.2.2 Aplikace indexované tabulky

Za pomoci programu Farnsworth-Munsell Hue Test, byla zhotovena indexovaná tabulka pro lov ka s bezchybným vnímáním barev. Její aplikace v programu Photoshop je velice jednoduchá, ale p ináš í jisté problémy. Aplikace tabulky pozm nila fotografii pouze v jas u barev. Bohužel nastal jiný problém, který m ní celkový pohled na fotografii. Použitý obrázek „zpixelizoval“. Tuto vadu pohledu lze zm nit pouhým uložením obrázku do jiného formátu jako například *.pdf, *.jpg, a další. P i otev ení obrázku v jiném programu než je Photoshop, například AdobeReader, tento problém není již vid t, p i emž barvy z stanou zachovány a zmizí zpixelizování obrazu.

Obr. 28



Obr. 28 Aplikace indexované tabulky

a) p vodní fotografie, *b) aplikace indexované tabulky pro osobu s normálním v*ízem

Tento postup, ukládání obrázku do jiného souboru, již zcela neplatí p i úprav indexované tabulky na jednotlivé pozorované subjekty, které trpí poruchou barvocitu, i jinou o ní vadou. U t chto osob n které barvy ve své podstat zcela chybí, protože je pozorovatel není schopen vid t a tím pádem je není schopen rozlišit p i párovém pozorování. Proto m že nastat, že p i uložení do jiného formátu z stane obrázek zpixelizovaný.

7.1.2.3 Aplikace upravené indexované tabulky

7.1.2.3.1 Vytvoření upravené indexované tabulky

Pro vytvoření upravené indexované tabulky je potřeba mít k dispozici data z Farnsworth-Munsell Hue Testu.

Tato data byla vložena do programu Excel, aby byla data přehledně uspořádána a zároveň lze tak zjistit, jak velkých chyb se pozorovatel dopustil.

Obr. 29

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Před	5	7	13	3	13	4	6	3	11	3	5	4	8	11	5	8	5
Po	3	3	3	2	2	2	2	2	5	4	3	7	5	5	3	3	6
rozdíl	2	4	10	1	11	2	4	1	6	-1	2	-3	3	6	2	5	-1

Obr. 29 Ukázka tabulky Excel,

V prvním řádku se nachází čísla barev, číslo v sloupci zobrazuje velikost chyby, kdy 2 je základní a tedy bezchybné a hodnocení, 3 je ještě akceptovatelná chyba, které se může dopustit i superior. Spodní barevný řádek znázorňuje rozdíl, který vznikl před a po operaci. Pokud je číslo rovno 0, jedná se o nezmenšenou rozlišovací schopnost, pokud je číslo kladné, dochází u konkrétní barvy k zlepšení. Pokud je číslo záporné, jedná se o zhoršení.

Tato tabulka následně ukazuje, k jakým záměnám dochází a lze tedy přibližně stanovit rozlišovací schopnosti pozorovatele.

Obr. 30

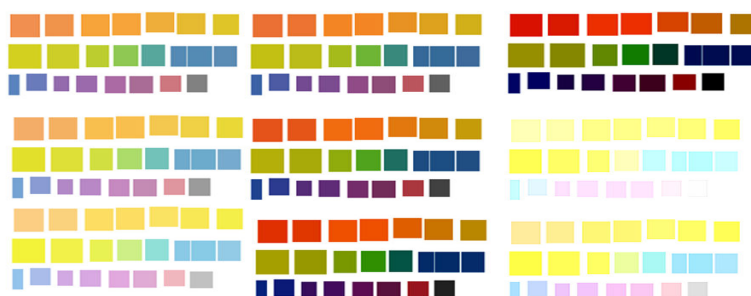
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Před	5	7	13	3	13	4	6	3	11	3	5	4	8	11	5	8	5
Po	3	3	3	2	2	2	2	2	5	4	3	7	5	5	3	3	6
Rozdíl	2	4	10	1	11	2	4	1	6	-1	2	-3	3	6	2	5	-1

Obr. 30 Ukázka přibližného určení jaké barvy pozorovatel není schopen rozlišit.

7.1.2.3.2 *Použití upravené indexované tabulky*

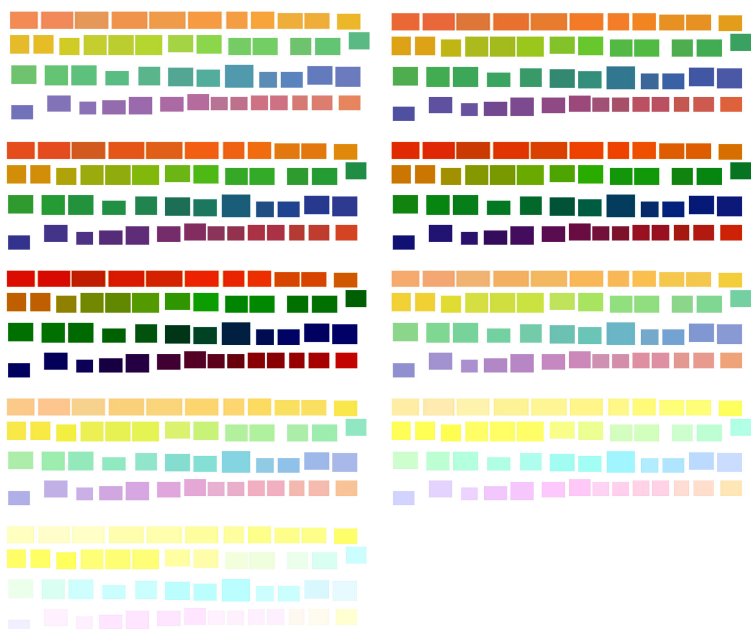
Na základ této tabulky byly vytvořeny dvě indexované tabulky pro konkrétního pacienta. Jedna indexovaná tabulka bude přetvářet fotografii tak, jak pozorovatel vidí před operací a druhá indexovaná tabulka bude ukazovat fotografii tak, jak se jeho pohled změnil po operaci.

Obr. 31



Obr. 31 *Upravené barvy pro indexovanou tabulku ukazující vnímání barev u pacienta před operací.*

Obr. 32

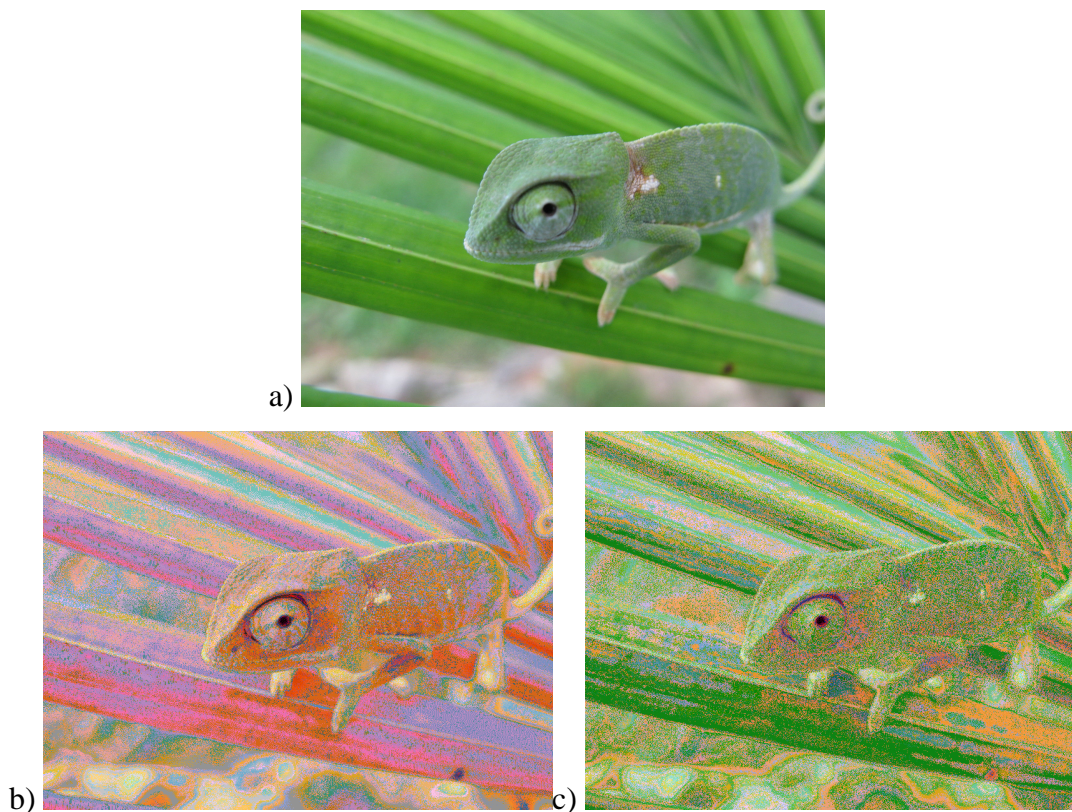


Obr. 32 *Upravené barvy pro indexovanou tabulku ukazující vnímání barev u pacienta po operaci.*

Na Obr. 31 a 32 je vidět rozdíl množství barev, které byl pozorovatel schopen rozeznat. Nejvíce se rozšířila oblast zelené a modré barvy.

Pokud tyto tabulky aplikujeme na fotografii, nastane změna dle úpravy barev v indexované tabulce.

Obr. 33



Obr. 33 Příklad použití upravených indexovaných tabulek

a) neupravená normální fotografie

b) na fotografii byla použita tabulka pro pozorovatele před operací, na fotografii je promítly změny: zejména se změnila barevnost, dále některé detaily se zcela ztratily a zanikají. Převážně je to vidět na listech, jejich jemné rýhování zaniká a vyniká naopak hrubé, zvýrazní se skvrny na chameleónovi, protože pozorovatel není schopen vidět podobné barvy, a proto vznikají hrubší linie.

c) použitá indexovaná tabulka pro pozorovatele po operaci, již se objevují některé detaily, zvýraznění mizí a chameleón se stává celistvějším.

8 Využití

Tyto poznatky lze využít zejména pro lidi s poruchou zraku. Jejich vnímání se liší od člověka s normální rozlišovací schopností. Avšak i lidé, kteří jsou považováni za normální pozorovatele nemusí vidět barvy tak jak ve skutečnosti jsou a většina z nich nerozezná ani párovém pozorování dva různé odstíny téže barvy. Toto dokáže jen velmi malé procento obyvatel, kteří budou považováni za superiority. Všechny poznatky, které lze zjistit pomocí těchto testů, lze využít především v designéřské sféře.

Jednou z nejdůležitějších oblastí, a zároveň to, co se snažím touto prací říci, je zajištění bezpečnosti pro lidi s poruchou zraku, a už se jedná o lidi slabozraké, s poruchou zraku i starší lidi.

Pro běžného uživatele mohou být některé věci samozřejmé a jednoznačné. Pro lidi s poruchou zraku již být nemusí. Díky simulaci jejich vnímání jim můžeme usnadnit samostatný život.

Zejména kuchyňské prostory jsou pro osoby s poruchou zraku nejvíce zdrojem nebezpečí. Nachází se zde různé hrany, přístroje a uspořádání, které jim znesnadní orientaci, pohyb a jsou jim i životu nebezpečné. Neviditelné hrany, otvory i tlačítka ohrožují tyto lidi a zároveň to, že tyto věci nemohou vidět, upozorovat, mohou ohrožovat i život ostatních.

Je nesnadné vyrábět pro velkou skupinu lidí. V případě, že by se udělaly tyto testy v daleko větší měřítku, mohly by se vymyslet jiné standardy, které lze využít v průmyslové výrobě.

V dnešní době se staví hodně domovy pro chodce. Většina seniorů je do nich přihlášena daleko dříve než je objekt postaven. S využitím těchto testů by bylo možné zájemce otestovat a na míru jim vytvořit barevný design prostoru, které by jim vyhovoval. Nebo by alespoň vznikl soubor dat, z nichž by se vytvořil barevný design prostor, které by vyhovovaly většině obyvatel.

Nejen v designu návrhu bytových prostor lze využít tyto poznatky. Možné využití by bylo i v designu textilií. Jak jsem již zmínila, ne všichni lidé vidí stejná a většina nemá dokonalou rozlišovací schopnost. (Tyto poznatky jsem zjistila například u skupiny 20 – 28 let). Na základě toho je pro designéra zbytečné vymýšlet vzory v kombinaci dvou rozdílných odstínů barvy, kterou většina osob není schopna rozlišovat. Tyto práce jsou náročné a drahé a následně i zbytečné, pokud by lidé je vnímaly jako jednolitou barevnou plochu.

Další oblastí, kde lze tyto poznatky využít, je marketingová sféra. Příkladem jsou různé billboardy a reklamy. Barva prodává, takže i zde lze uplatnit to, jak lidé vnímají, zda jsou pro ně viditelné a příjemné na pohled. Simulací vidění průměrného spotřebitele lze toto zjistit. Je dále důležité podívat se komu a co chceme prodávat. Pro každou skupinu obyvatel je viditelné a zároveň příjemné a lákavé něco jiného. Dle toho je nutné přidat i průměrného spotřebitele. Každá skupina obyvatel může považovat různé barvy a jejich kombinace za různé příjemné.

Samozřejmě je daleko více oblastí, ve kterých lze použít tuto simulaci.

8.1 Využití v praxi

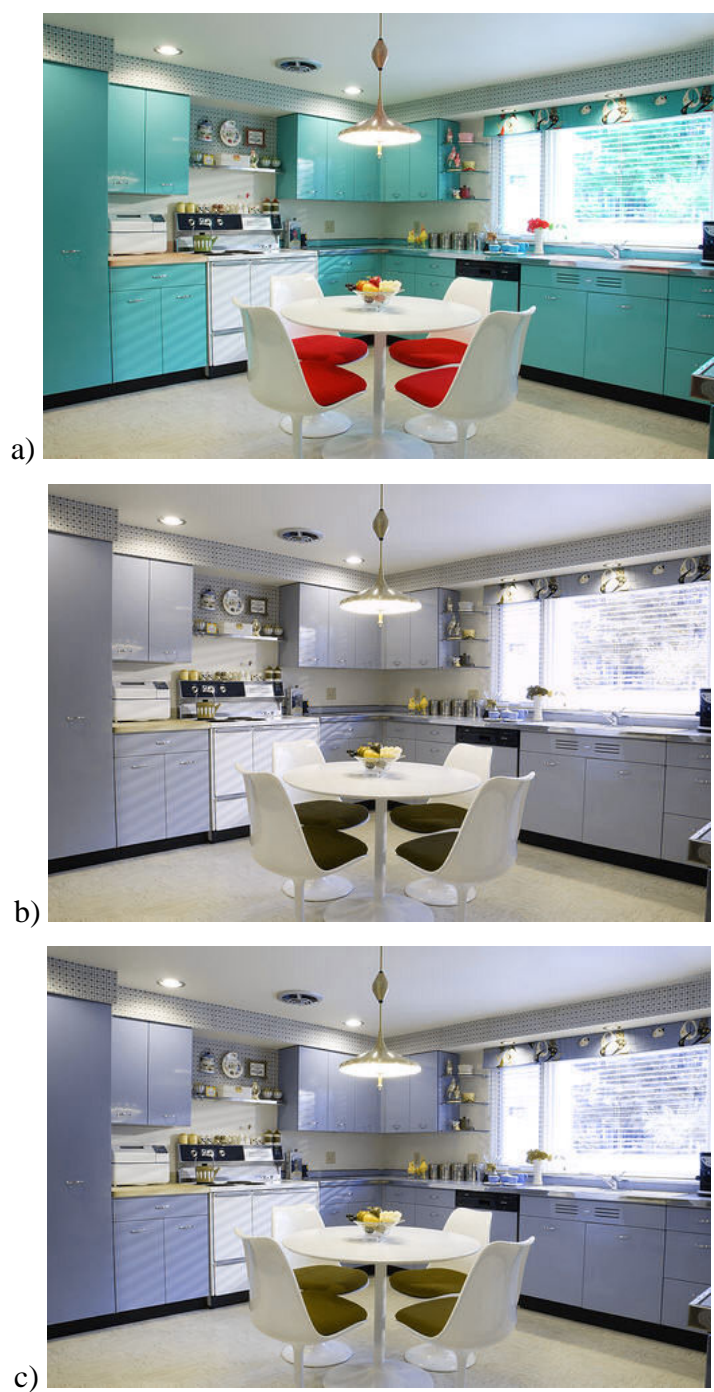
Příkladem pro použití simulace je designérství a zejména bytové. Na několika simulacích bude předvedeno, jak může člověku s postižením zraku znesnadnit vnímání i dokonce orientaci v prostoru. V tomto pokusu bude využito i hraničních typů postižení jako je dichromazie.

Pro připomenutí z teoretické části. Pokud pacient trpí protanopií, není schopen vidět červenou barvu. Pokud je u osoby indikována deutanopie, tak pacient nevnímá zelenou barvu. Osoby trpící tritanopií nejsou schopny vnímat modrofialovou barvu.

Toto jsou pouze hraniční typy, ale mohou pomoci nahlédnout do chyb vidění a zároveň v ukázkách jejich vidění bude znázorněna designérská chyba, pokud by se takto rozhodl pro osobu s dichromazií navrhnout design místnosti.

První ukáзка fotografií bude zaměřena na osoby, které nevidí červenou (protanopie) a zelenou (deutanopie).

Obr. 34



Obr. 34 Ukázka vidění dichromat

a) Návrh designéra, který má normální vidění.

b) Ukázka vidění člověka, který nevidí červenou barvu. Červené komponenty vidí lidé s protanopií jako zelené. Celou kuchyň nyní vidí v šedomodrých barvách.

c) Ukázka vidění osoby trpící deuteranopií. Kuchyň vnímá v modrých barvách a červené komponenty vnímá spíše dozelena.

Zde je názorné vidění, jak je důležité, aby designér věděl pro jakého člověka navrhuje a zda pro něj bude design vhodný. Je škoda vytvářet věci, které pro uživatele nebudou tak přínosné jak by mohly být. Vytvářet červené bydlení pro člověka, který ji nevidí je zbytečné, a dokonce se v tomto prostředí nemusí cítit dobře. Může mu to být i nepříjemné, a zároveň se mu nemusí líbit jen kvůli zvolení červené barvy. V jeho případě bude pokoj černý nikoli jasně červený.

Druhá série fotografií je zaměřena na všechny kategorie. Je zde ukázka protanopie, deuteranopie, tritanopie, jak člověk vidí se šedým zákalem a jak bez něj.

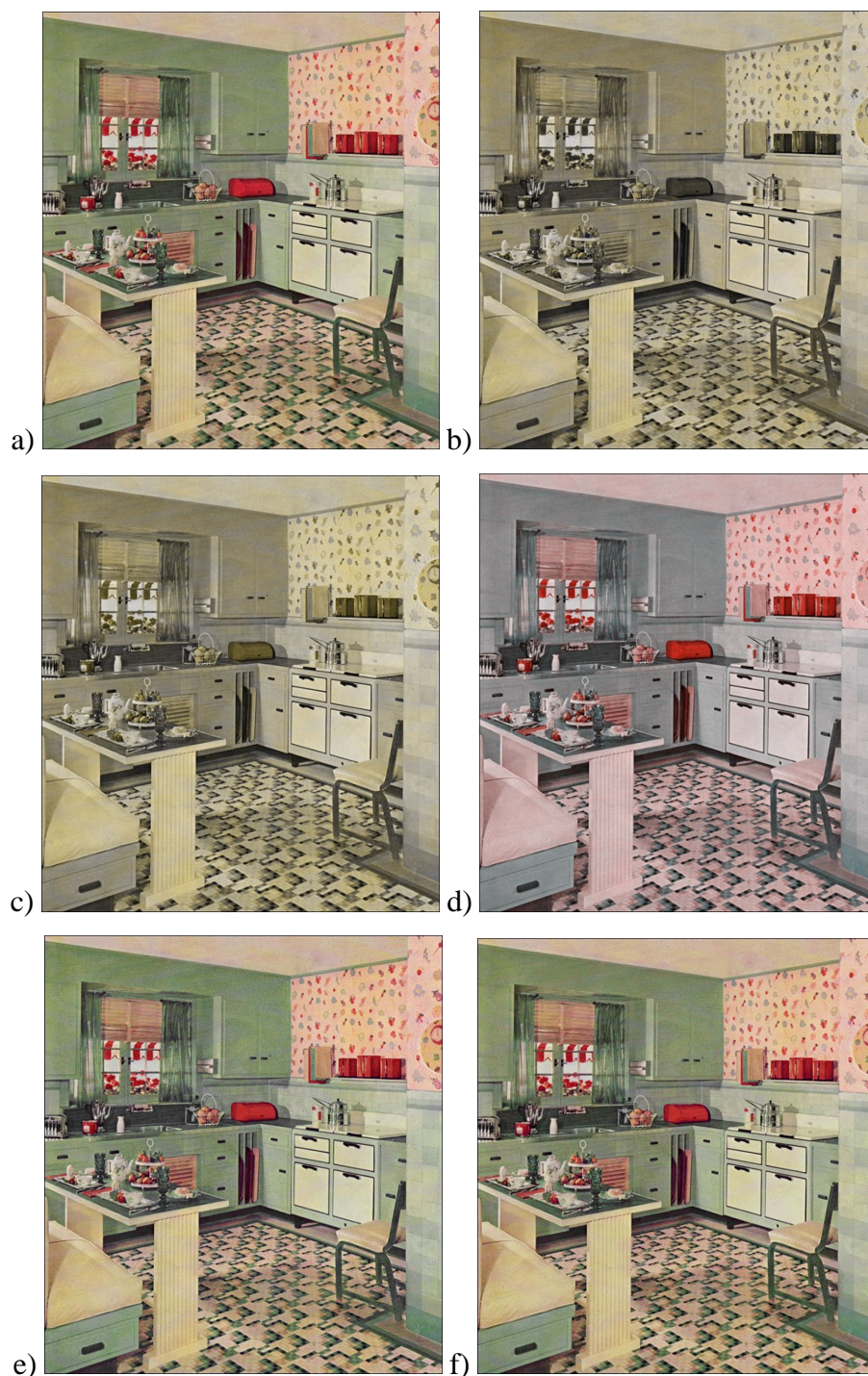
Touto ukázkou se budeme snažit zjistit, a snad i uvidíme, které poškození zraku nejvíce ovlivňuje lidské vnímání okolního světa.

Předpokládá se, že horší vidění budou mít dichromaté, protože nejsou schopni vidět některé barvy. Pro tyto osoby je daleko těžší vytvořit design než pro osoby trichromatické s jiným poškozením zraku. Šedý zákal ovlivňuje hlavně ostrost vidění. Touto částí v této práci nezohleduji. Bylo by to však daleko vhodnější a designér by si tak lépe uvědomil, že některé designové prvky jsou pro tyto osoby životu nebezpečné.

Nejobtížnější navrhování je pro osoby se zbytky zraku. Bylo by jistě velice zajímavé a možná i prospěšné pro společnost, kdyby se na tyto osoby zaměřil výzkum, který by se snažil popsat jak vidí tato skupina postižených a zjistit jejich potřeby. Všem lidem se s postupem stárnutí horší zrak a nikdo neví do jaké míry se mu jeho zrak zhorší. Některá poškození zraku jsou nezvratná a trvalá. Simulace vidění by mohla pomoci zejména mladým lidem se zbytky zraku, kteří by se již mohli plně osamostatnit a byli by plně soběstační. Pomocí aplikování simulace vidění by bylo jednodušší jim zajistit bezpečné bydlení a bezpečnější život. Kdyby se zohlednili všechny schopnosti oka jako je vnímání ostře, barevně, prostorově atd., mohly by vznikat naprosto přesné kopie vidění dané konkrétní osoby.

Tato práce všechny oční schopnosti nezohledňuje, je zaměřena pouze na jednu část a to na barvu.

Obr. 35



Obr. 35 Obrázky zobrazující vidění s poruchou barvocitu

a) základní fotografie

b) protanopie

c) deutanopie

d) tritanopie

e) před operací

f) po operaci

9 Závěr praktické části

Závěrem praktické části je zde pokus o shrnutí.

Díky programu Farnsworth-Munsell Hue Test dokážeme indikovat jak konkrétní osoba vnímá barevné okolí. Tento program vytvoří grafy, z kterých jsme schopni vyjít jeho vady i jiná poškození vnímání barev.

Program Photoshop dokáže upravovat fotografie i obrázky. Pokud by se podařilo dosáhnout kompatibility tohoto programu a programu Farnsworth-Munsell Hue Test, mohli by designéři tvořit „na míru“ zákazníka.

V této části byl nabídnut jeden z několika možných způsobů jak využít tyto dva programy ke zhotovení náhledu barevného vnímání konkrétních osob.

Závěr

Teoretická část je zaměřena na to, čím, a jakým způsobem člověk přijímá podněty barev. Dalším bodem této části bylo poškození oka, které bylo v praktické části pozorováno a zkoumáno. Testování a zkoumání proběhlo u pacientů, kteří trpí jedním z nejčastějších očních onemocnění, a to šedým zákallem. V teoretické části jsou popsány všechny vývojové fáze, druhy i způsob odstranění. Je zde pokus nastínit, že vnímání barev se díky operaci změní. Dále se zaměřuje na samotný barvocit, způsob jeho vyšetření, i na případnou zjištění, že všechny osoby nevidí barvy úplně stejně. Jsou zde shrnuty a popsány vrozené vady barvocitu.

Cílem praktické části bylo najít způsob, jak výsledky testovaných osob přenést na konkrétní fotografii i jiný obrázek a umožnit tak designérům vytvořit design podle specifických potřeb lidí s postižením zraku. V této části najdeme popis prováděného testu, zásady jeho použití a vyhodnocování. Hlavním bodem praktické části je pokus o přeměnu obrázku i fotografie dle konkrétního vidění jednoho testovaného pacienta.

Výsledkem této práce je vyobrazení vidění konkrétní osoby pomocí programu Photoshop za pomoci výsledků z Farnsworth-Munsell Hue Testu.

Použitá literatura

KRAUS, Hanuš - KAREL, Ivan - R ŹI KOVÁ, Eva. *O ní zákaly*. 1. vyd. Praha : Grada, 2001. 149 s., [4] s. barev. Obr. p íl. Avicenum. ISBN 80-7169-967-5 (brož.).

AUTRATA, Rudolf - ERNÁ, Jana. *Nauka o zraku*. Vyd. 1. Brno : Institut pro další vzd lávání pracovník ve zdravotnictví, 2006 dotisk. 226 s. ISBN 80-7013-362-7 (brož.).

VÍCHA, František. *Dobrý zrak bez brýlí : P íru ka o provád ní o níh cvík k odstran ní o níh vad, o níh neduh a nemocí, sestavena z r zné zahrani ní literatury*. Moravská Ostrava : Maja Ostrava, [asi 1994]. 71 s.

OLÁH Zoltán a kol. *O né lekárstvo. U ebnica pre lekárske fakulty*. Martin : Vydavateľstvo Osveta, 1998. 253 s. ISBN 80-88824-74-5

VIK, Michal. *Základy m ení barevnosti*. Vyd. 1. 1. díl. Liberec : Technická univerzita, 1995. 105 s. ISBN 80-7083-162-6 (brož.).

HLAVENKA, Ji í. *Adobe Photoshop 5 : referen ní p íru ka*. Vyd. 1. Praha : Computer Press, c1998. 495 s. DTP & grafika. ISBN 80-7226-103-7.

FRASER, Bruce - MURPHY, Chris - BUNTING, Fred. *Správa barev : pr vodce profesionála v grafice a pre-pressu*. Vyd. 1. Brno : Computer Press, 2003. xxii, 521 s. DTP & grafika. ISBN 80-7226-943-7 (váz.).

BRETTEL, Hans - VIE NOT, Franc,oise John – MOLLON, D.: *Computerized simulation of color appearance for dichromats* : Optical Society of America: 1997 [cit. 11. dubna 1997]. Dostupné na

WWW:<http://vision.psychol.cam.ac.uk/jdmollon/papers/Dichromatsimulation.pdf>

PETRICH, Loren.: *Color-Blindness Simulators* : Oregon, 1997 [cit. 11. dubna 1997]. Dostupné na

WWW: <http://homepage.mac.com/lpetrich/ColorBlindnessSim/ColorBlindnessSim.html>

VISCHECK.: *Color Vision Simulator Examples* : Stanford university, 2002 [cit. 11. dubna 1997]. Dostupné na WWW: <http://www.vischeck.com/examples/>

WOLFMAIER, Thomas G.: *Designing for the Color-Challenged: A Challenge* :
Internet Technical Group, 2002 [cit. 6. března 1999]. Dostupné na WWW:
http://www.internettg.org/newsletter/mar99/accessibility_color_challenged.html

Příloha

1 Photoshop

Adobe Photoshop patří do této kategorie programů označovaných jako bitmapové editory. Jedná se o program, který soustředí veškeré své úsilí na to, jak co nejlépe upravovat a zpracovávat obrázky.

Předmět celé práce se bude týkat obrázků.

Všechny obrázky v počítači jsou uloženy v tzv. binárním souboru, který dále, bez použití programu, nelze dále měnit, zmenšovat či jinak upravovat. Programy k tomu určené, jako je například Photoshop, datový balíček načtou, rozbalí a znovu jej v požadovaném tvaru uloží.

1.1 Bitmapa

Pojem bitová mapa (bitmapa) znamená, že obrázek je popsán jako tabulka $A \times B$, přičemž každý bod obsahuje číslo barvy. Pojem bod je nepřesný, jeho přesnější název je pixel. Pixel je barevný útvar, který je nejmenším nositelem informace o spojitých barvách, která jej vyplňuje.

Obrázky jsou tvořeny z počtu (Z) $A \times B$ barevných útvarů. Tyto barevné útvary jsou okem na první pohled neviditelné, lze je spatřit při extrémním zvětšení.

Bitmapa je popsána počtem sloupců a řádků a použitou barevností.

Photoshop pracuje s obrázky a ukládá je v bitmapě, avšak sám používá termín bitmapa pro obrázek, který obsahuje pouze bílou a černou barvu.

1.2 Barevnost obrázků

Barevnost obrázků je definována dvěma prvky:

- a) maximálním počtem současně zobrazených barev
- b) barevnou paletou

Existuje n kolik typ barevného formátu:

- b) černobílý
- c) šedá škála
- d) pravé barvy
- e) indexované barvy

1.2.1 černobílý barevný formát

Jedná se o nejjednodušší popis obrázků, kdy barevný pixel má hodnotu 1 nebo 0, které představují černou nebo bílou.

1.2.2 Škála šedé

Formát používaný pro černobílé fotografie, kresby atd. Šedá škála se skládá z 256 odstínů šedé. Každý pixel tak nese hodnotu od 1 do 256. Jeho záznam je obsáhlejší a složitější, asi osmkrát, než u černobílého formátu.

1.2.3 Pravé barvy

nejvčetnější barevný formát obrázků. Používá se tam, kde se vyžaduje nejvyšší kvalita obrázku. Tento formát umožňuje zobrazit až 16,7 milionů barevných odstínů a nese 24 bitů na jeden pixel.

1.2.4 Indexované barvy

Barevný formát, který obsahuje 256 barev. Tyto obrázky často pruhují v proudech. Používají se především pro webové stránky.

1.3 Barva

Barva je vlastností světla. Lidské oko, tiskárna a obrazovka jsou tři zařízení, které pracují s barvou naprosto odlišně.

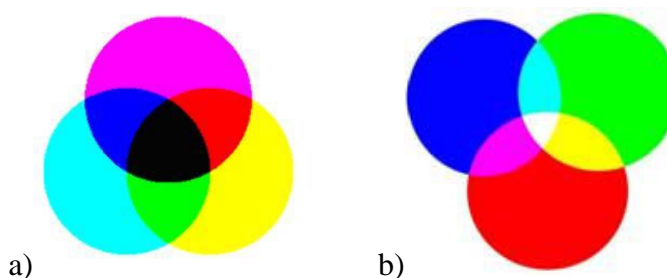
Tiskárna pracuje se subtraktivním mícháním barev. Subtraktivní míchání znamená odtažení tiskového modelu CMY. Černá, doplňková, barva K v tomto

p ípad není použítá, protože černá barva teoreticky vznikne smíšením všech barev. Toto míšení nazýváme CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, blackK).

Monitor pracuje s aditivním míšením barev. Aditivní míchání znamená sítání barevného modelu RGB (Red, Green, Blue). Smíšením t í barev o maximální hodnot vznikne bílá barva.

Lidské oko sv tlo pohlcuje, které ho áste n podráždí a tento signál je p edán do mozku, kde je zpracován.

Obr. 19



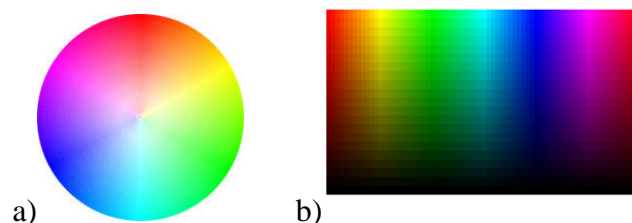
Obr. 19 *Subtraktivní a aditivní míšení barev*

a) CMYK, b) RGB

1.4 Modely lidského vnímání HBS / HLS

Barevné modely, nazvané HBS a HSL, poskytují náhražku míchání a vybírání barev podobnou praktické práci s fyzickými barvami. Tyto modely neodpovídají zp sobu lidského vnímání.

Obr. 20



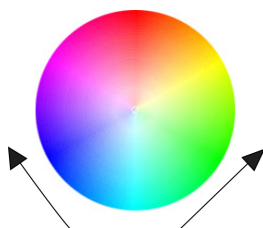
Obr. 20 *Modely míchání barev*

a) HLS, b) HBS

1.4.1 Odstín barvy

Barevné spektrum je seřazené podle vlnových délek a plynule přechází z jedné barvy do druhé. Odstín zahrnuje pouze druh barvy, nelze do něj zasahovat bílou nebo černou.

Obr. 20

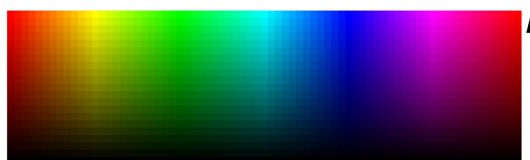


Obr. 20 Zobrazení odstínu barvy

1.4.2 Jas barvy

Jas barvy určuje zářivost i svítivost barvy. Při srovnání: do pruhu barvy přidávejte nebo ubírejte světlo. Barva se bude jevit jasnější nebo tmavší, bude se měnit její jas, ale nikoliv odstín nebo nasycení.

Obr. 21

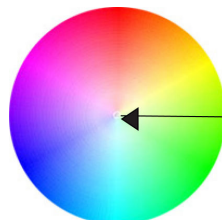


Obr. 21 Známkování jasů

1.4.3 Nasycení barvy

Nasycení barvy odpovídá podílu při smíchání bílého světla nebo černé barvy do konkrétního odstínu.

Obr. 22



Obr. 22 Zobrazení nasycení barvy

2 Výsledky všech pacient

Zde naleznete jednotlivé pacienty, kteří se zúčastnili prvního i druhého testování.

U jednotlivých pacientů jsou uvedeny tabulky, které byli již popsány v předchozí části (viz. 7.1.2.3.1). Dále zde naleznete grafy zobrazující jejich vidění před a po operaci. Na nichž je vidět posun vidění.

Osoba . 1

Pohlaví: Žena

.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
p ed	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
po	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	5	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	4	5	3
0	0	1	1	1	1	0	0	0	-1	-1	1	1	-2	0

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
5	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	2
3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2
2	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	1	0	1	1	0

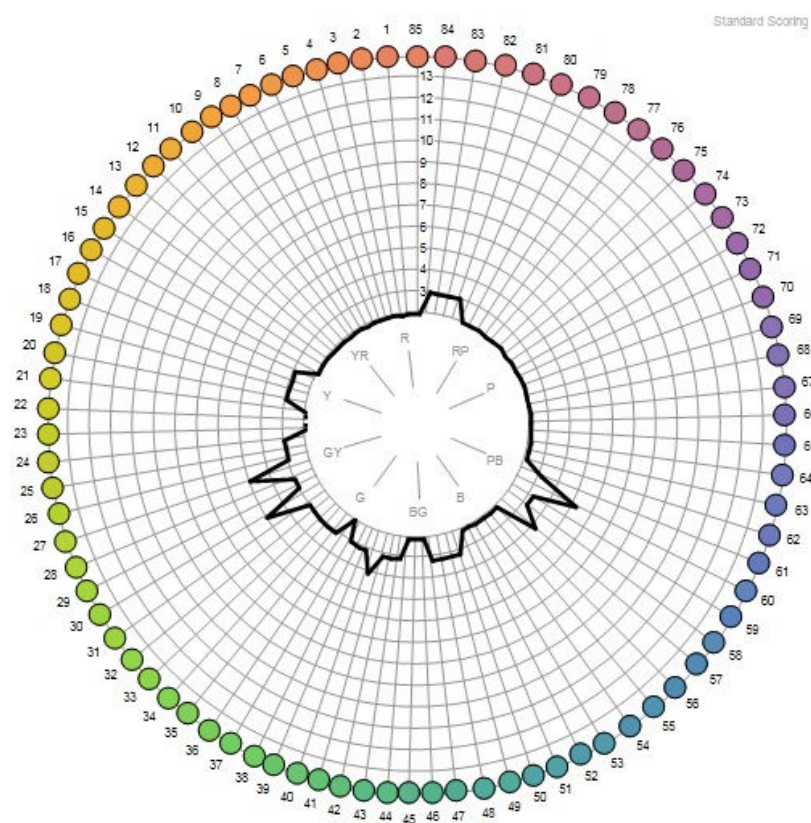
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	4	3	3
2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	4	3
0	0	1	1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	0	2	-1	0

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1

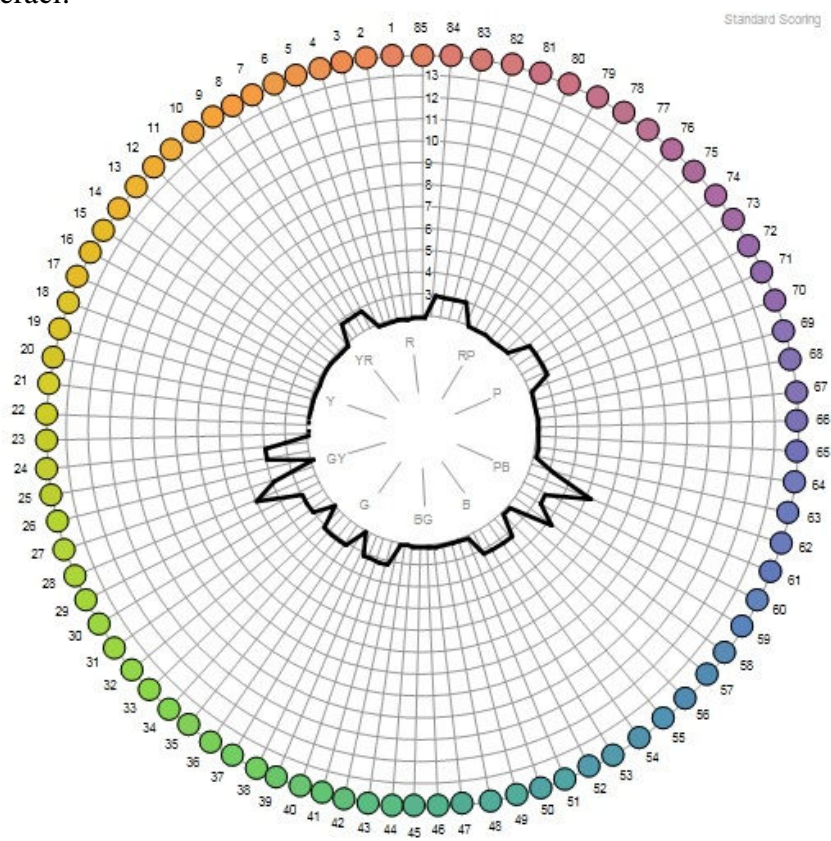
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Celkové skóre p ed operací: 214
 Celkové skóre po operaci: 210
 Rozdíl skóre: 4
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 2 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 2

Pohlaví: Žena

.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	4	6	5	5	7	6	5	5	5	5	5	9	4	3
po	6	3	3	5	2	2	3	3	3	3	2	2	2	5
	-2	3	2	0	5	4	2	2	2	2	3	7	2	-2

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	6	7	5	4	4	5	4	4	3	9	5	3	3	6
3	3	5	4	3	3	4	3	2	3	3	3	4	5	3
0	3	2	1	1	1	1	1	2	0	6	2	-1	-2	3

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
9	10	3	13	6	7	9	6	3	3	10	3	10	8	2
3	7	6	11	3	5	7	8	3	6	5	9	6	7	7
6	3	-3	2	3	2	2	-2	0	-3	5	-6	4	1	-5

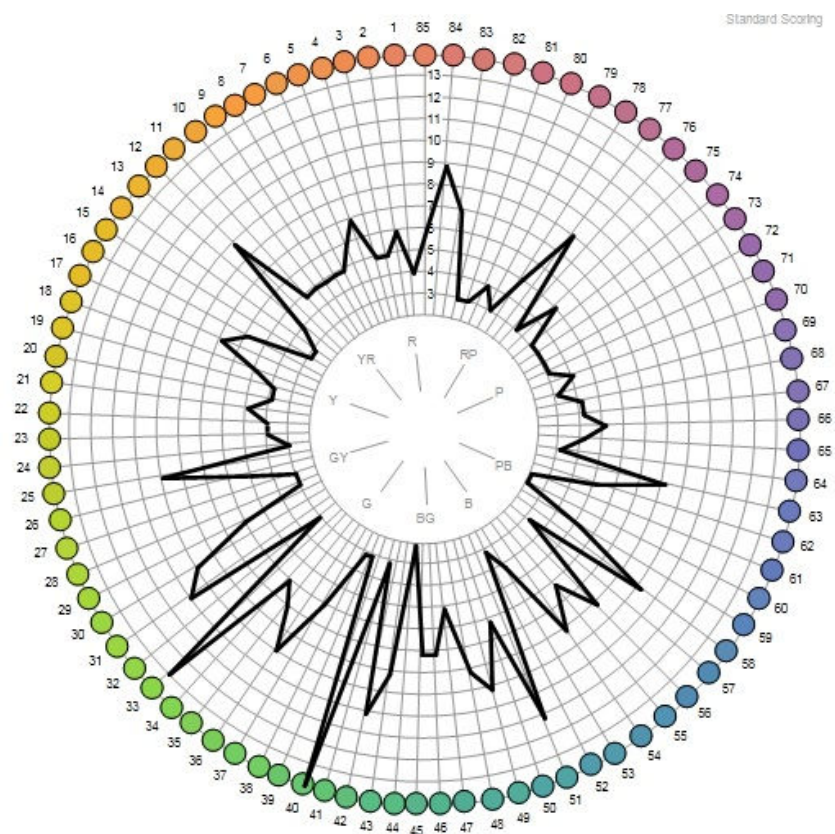
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
7	7	5	8	9	6	11	3	4	5	6	8	3	9	5
5	5	6	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	5	5
2	2	-1	4	7	4	9	1	2	3	2	4	-1	4	0

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
2	25	8	3	4	5	4	4	4	3	4	3	3	3	3
5	3	2	4	3	3	5	3	2	2	2	2	4	5	2
-3	22	6	-1	1	2	-1	1	2	1	2	1	-1	-2	1

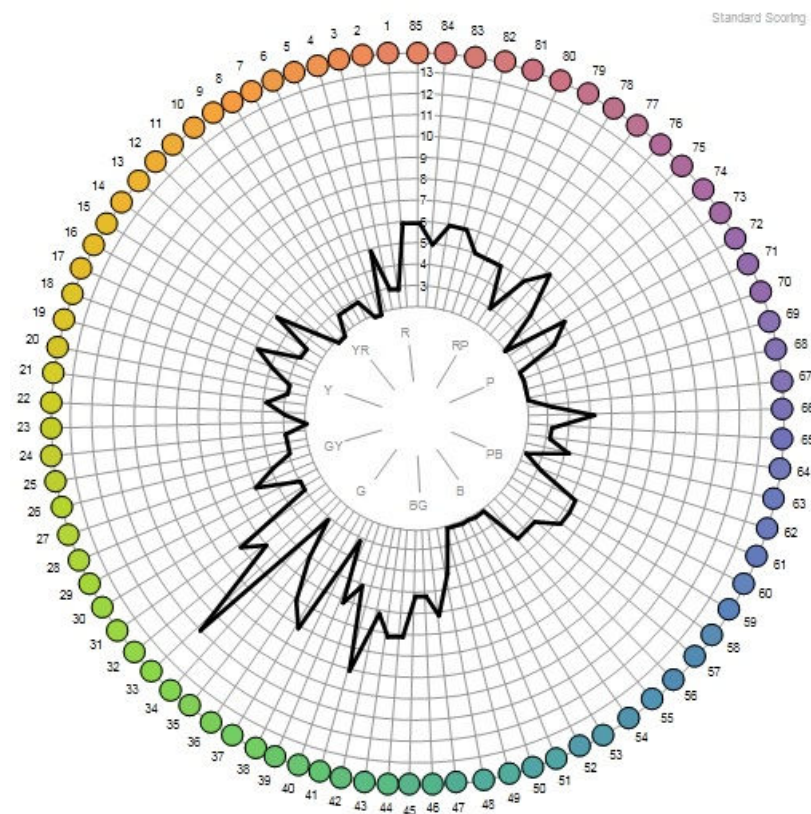
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
5	3	8	5	3	4	3	3	7	9	6
4	6	5	3	5	5	5	6	6	5	6
1	-3	3	2	-2	-1	-2	-3	1	4	0

Celkové skóre před operací: 477
 Celkové skóre po operaci: 345
 Rozdíl skóre: 132
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 28 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 3

Pohlaví: Žena

.3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	7	4	20	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	3
po	2	2	3	5	3	3	4	3	7	3	2	4	5	2
	5	2	17	0	2	-1	-2	-1	-5	-1	0	-2	-3	1

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	3	6	2	5	2	5	5	2	4	6	5	5	4	7
2	2	2	4	6	2	4	7	4	6	5	7	7	3	3
1	1	4	-2	-1	0	1	-2	-2	-2	1	-2	-2	1	4

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
3	2	3	3	3	3	2	3	11	3	3	4	3	6	4
5	3	6	4	3	3	3	3	2	4	4	2	4	4	4
-2	-1	-3	-1	0	0	-1	0	9	-1	-1	2	-1	2	0

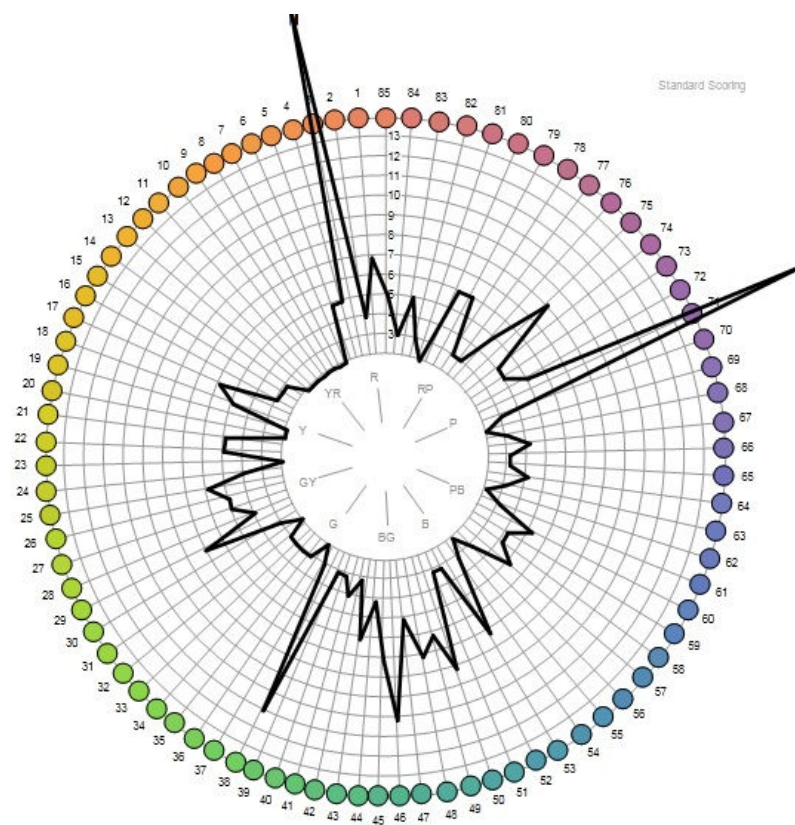
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
7	10	5	7	4	8	3	3	7	3	2	3	5	4	4
2	4	4	5	5	3	5	3	3	5	10	17	8	6	5
5	6	1	2	-1	5	-2	0	4	-2	-8	-14	-3	-2	-1

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
5	3	2	3	4	3	3	4	3	2	3	20	5	4	4
2	4	12	11	5	3	12	4	6	3	4	7	4	4	6
3	-1	-10	-8	-1	0	-9	0	-3	-1	-1	13	1	0	-2

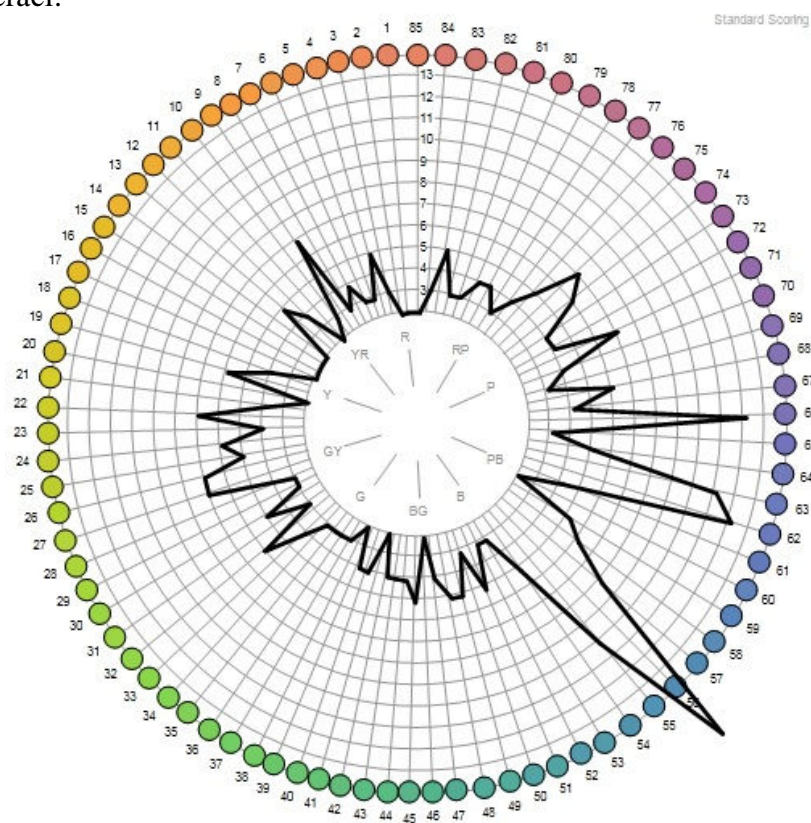
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
8	5	3	3	6	6	2	3	5	3	5
7	5	4	3	4	4	3	3	5	3	2
1	0	-1	0	2	2	-1	0	0	0	3

Celkové skóre před operací: 372
 Celkové skóre po operaci: 381
 Rozdíl skóre: 9
 Celkov to znamená: zhoršení
 Procento zlepšení: -2 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 4

Pohlaví: Žena

.4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	5	7	13	3	13	4	6	3	11	3	5	4	8	11
po	3	3	3	2	2	2	2	2	5	4	3	7	5	5
	2	4	10	1	11	2	4	1	6	-1	2	-3	3	6

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
5	8	5	3	5	3	3	5	6	3	4	6	6	8	3
3	3	6	4	4	4	4	4	2	2	2	5	4	4	6
2	5	-1	-1	1	-1	-1	1	4	1	2	1	2	4	-3

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
7	9	4	6	15	4	7	5	8	7	5	4	3	4	11
7	5	3	5	10	5	4	3	7	4	2	4	12	4	4
0	4	1	1	5	-1	3	2	1	3	3	0	-9	0	7

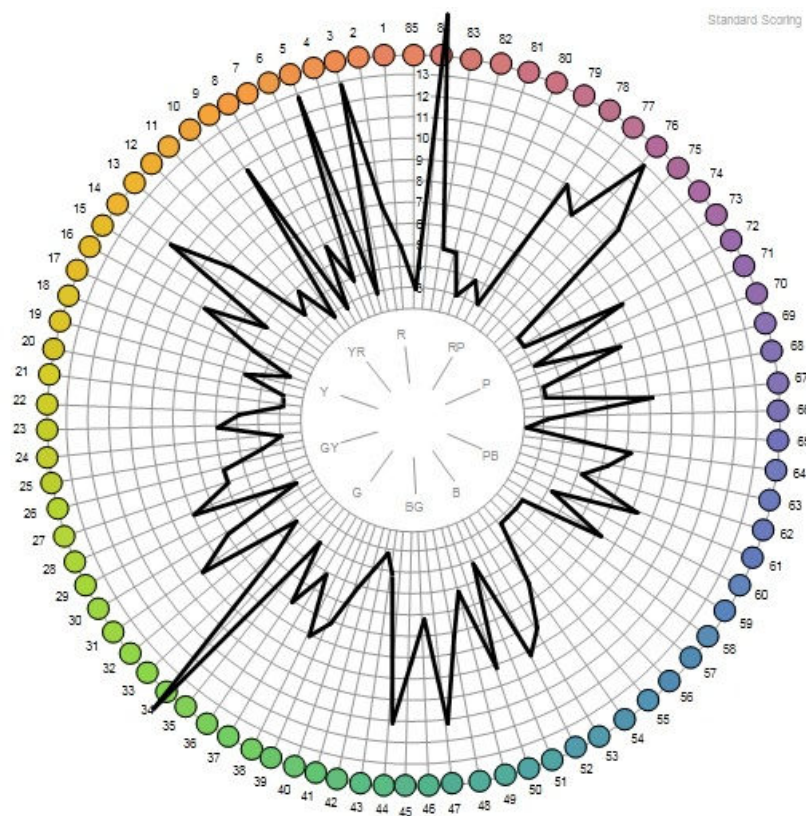
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
8	6	11	7	5	9	4	9	8	6	3	3	3	3	7
3	4	6	3	3	5	6	3	4	4	5	2	5	5	6
5	2	5	4	2	4	-2	6	4	2	-2	1	-2	-2	1

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
4	8	5	6	7	2	3	8	3	3	7	3	8	3	3
5	6	6	5	5	3	3	7	3	5	3	5	3	5	3
-1	2	-1	1	2	-1	0	1	0	-2	4	-2	5	-2	0

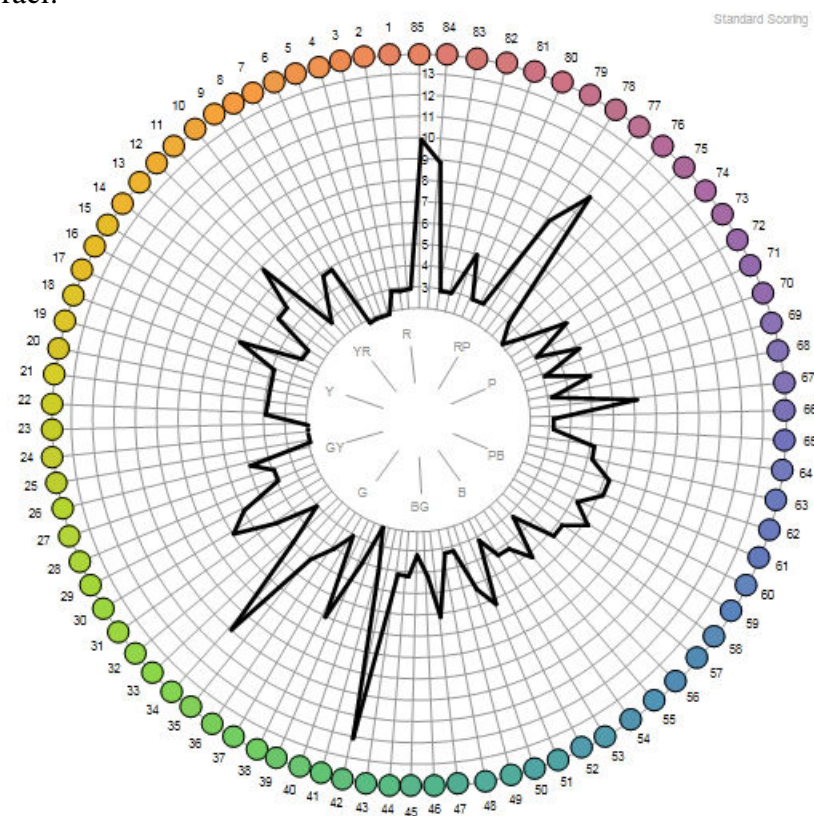
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
10	13	9	10	3	4	3	5	5	16	3
2	3	10	8	3	3	5	3	3	9	10
8	10	-1	2	0	1	-2	2	2	7	-7

Celkové skóre před operací: 514
 Celkové skóre po operaci: 374
 Rozdíl skóre: 140
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 27 %

Graf przed operacją:



Graf po operacji:



Osoba . 5

Pohlaví: Žena

.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	4	2	4	9	3	7	4	3	3	3	3	3	3	4
po	2	2	2	3	5	3	7	4	3	3	3	3	2	2
	2	0	2	6	-2	4	-3	-1	0	0	0	0	1	2

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	3	5	3	3	5	3	2	2	3	5	5	6	4	4
2	2	2	2	3	4	3	3	4	3	2	2	2	2	3
1	1	3	1	0	1	0	-1	-2	0	3	3	4	2	1

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
3	5	3	2	2	2	3	6	4	3	3	5	8	9	6
7	3	3	4	2	6	4	4	5	2	4	3	5	5	3
-4	2	0	-2	0	-4	-1	2	-1	1	-1	2	3	4	3

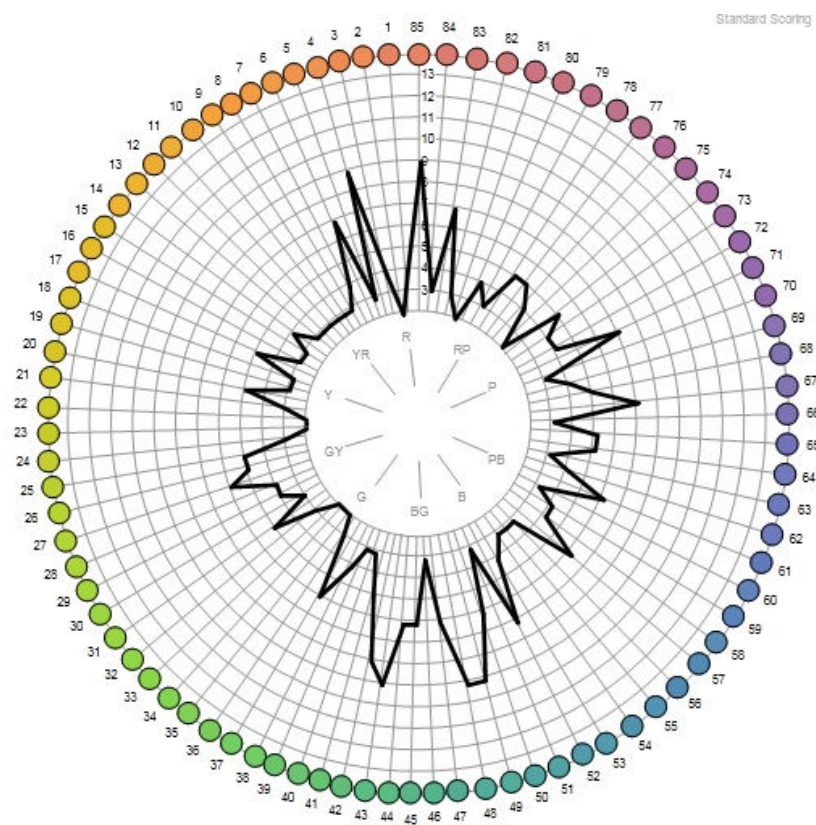
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
6	3	6	9	6	3	7	3	3	3	3	6	4	4	3
3	5	5	7	3	4	5	5	2	2	2	2	2	4	6
3	-2	1	2	3	-1	2	-2	1	1	1	4	2	0	-3

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
6	4	3	5	5	2	7	5	5	4	3	7	4	4	5
7	5	3	5	6	7	3	3	5	2	4	3	3	5	3
-1	-1	0	0	-1	-5	4	2	0	2	-1	4	1	-1	2

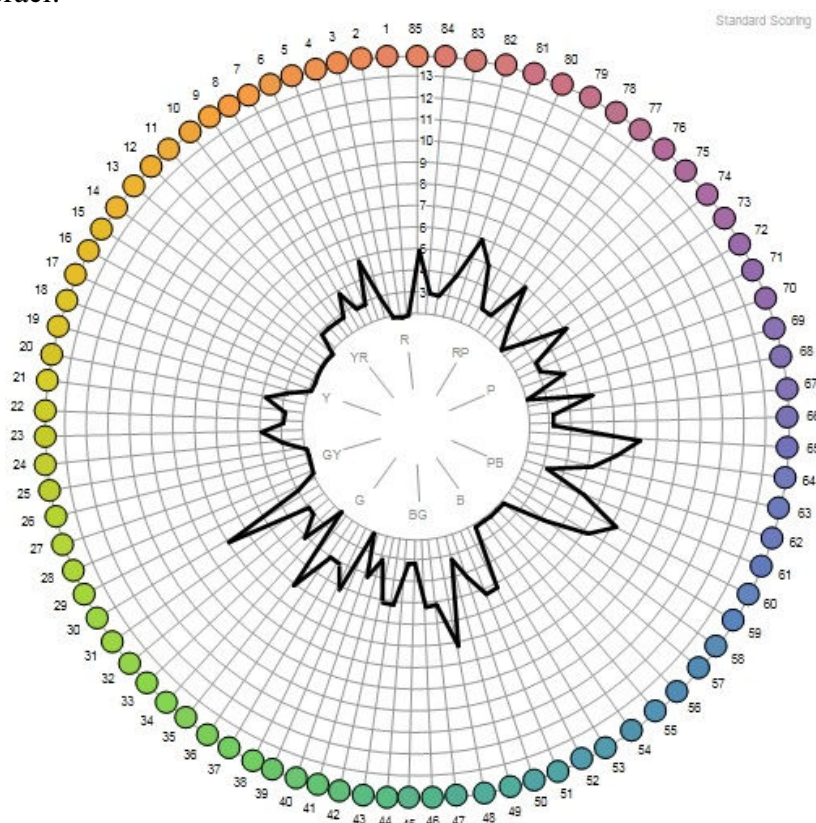
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
2	4	5	5	3	4	2	3	7	4	9
2	3	5	3	3	5	6	4	3	3	5
0	1	0	2	0	-1	-4	-1	4	1	4

Celkové skóre před operací: 361
 Celkové skóre po operaci: 306
 Rozdíl skóre: 55
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 15 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 6

Pohlaví: Žena

.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
po	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	4	3	3	5	4	3	3	6	6	3	3	6	5
2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	3	3
0	0	2	1	1	3	2	1	1	3	3	0	-1	3	2

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
2	6	5	2	2	3	6	5	5	2	4	3	5	4	7
4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
-2	3	2	-2	-1	0	3	2	2	-1	1	1	3	2	5

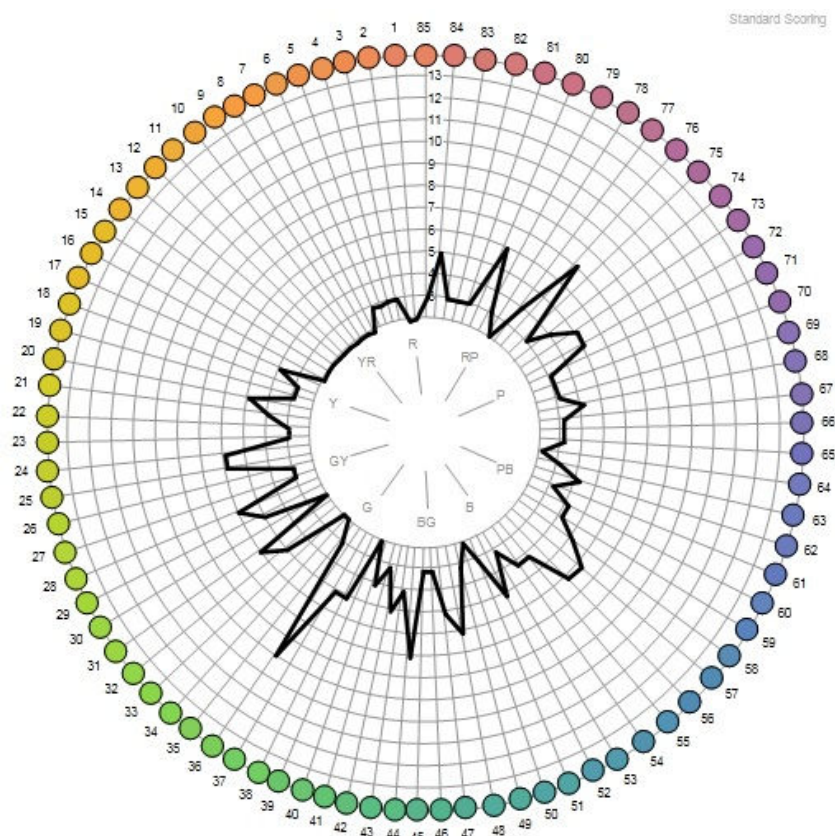
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
3	3	5	6	3	2	3	5	3	4	4	6	6	6	4
3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	5	5	3
0	0	2	3	0	-1	0	2	1	2	0	3	1	1	1

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
4	4	4	4	2	3	3	3	4	3	3	3	5	5	4
3	6	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3
1	-2	1	2	-1	0	0	0	2	1	1	1	3	3	1

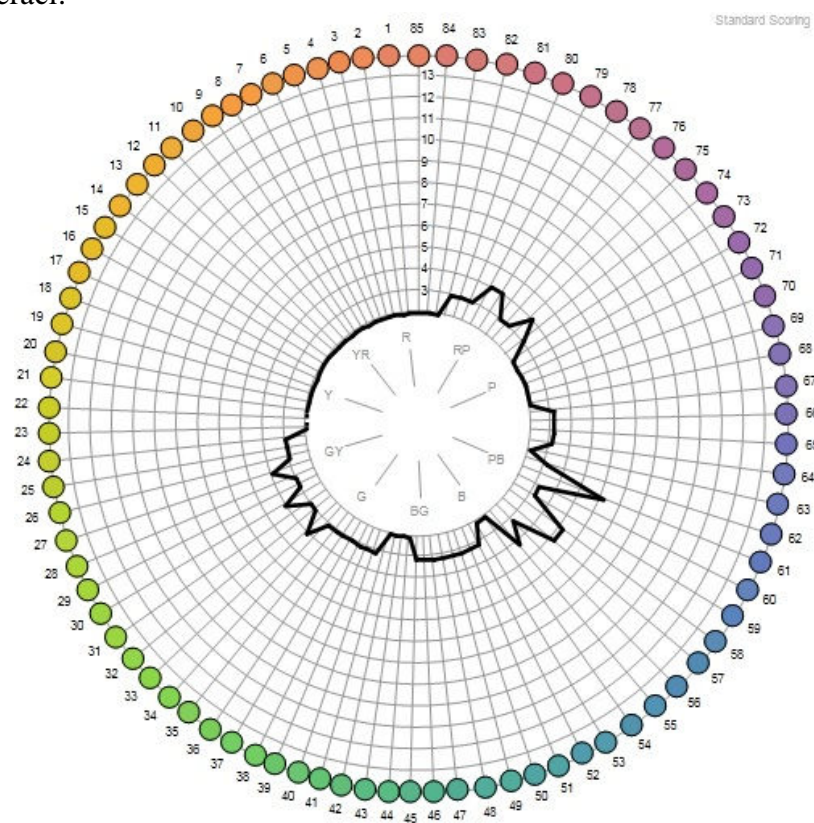
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
3	7	4	2	3	6	3	3	3	5	3
4	3	3	4	4	3	3	3	2	2	2
-1	4	1	-2	-1	3	0	0	1	3	1

Celkové skóre před operací: 310
 Celkové skóre po operaci: 230
 Rozdíl skóre: 80
 Celkově to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 26 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 7

Pohlaví: Muž

.7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	7	5	4	4	7	4	3	3	3	3	2	2	2	2
po	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2
	4	2	1	2	5	2	1	1	1	1	-1	-1	-1	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	5	2	4	5	5
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	0	2

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
3	4	3	3	3	5	7	10	5	4	4	6	4	4	8
3	4	4	3	3		5	3	2	2	4	3	4	5	3
0	0	-1	0	0	5	2	7	3	2	0	3	0	-1	5

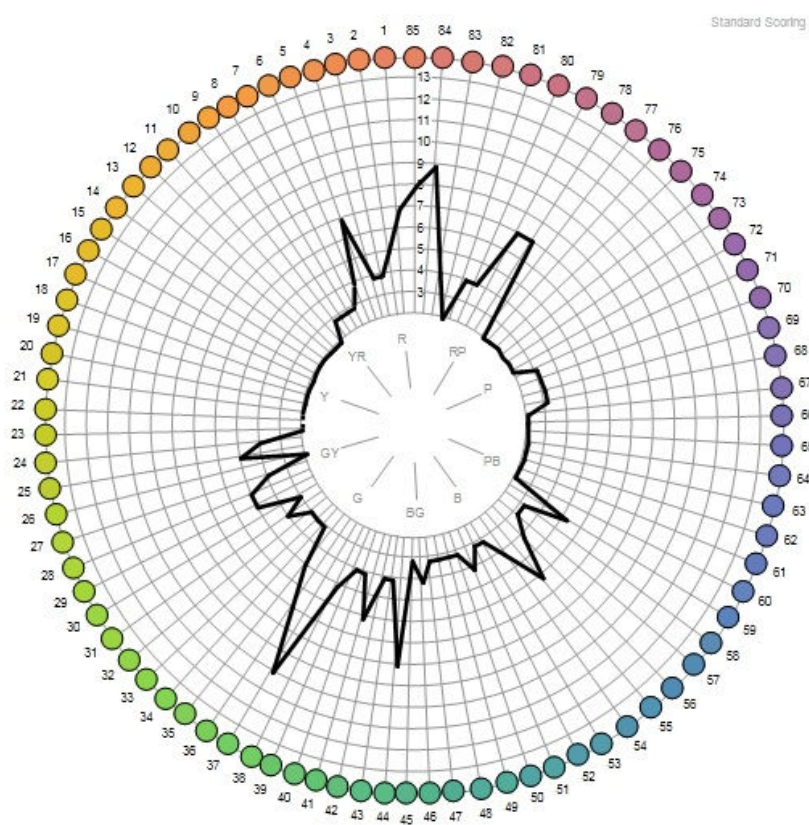
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	6	4	3	3	5
4	3	2	3	3	3	2	2	2	3	5	3	4	3	3
-1	1	1	0	0	0	2	1	1	1	1	1	-1	0	2

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0

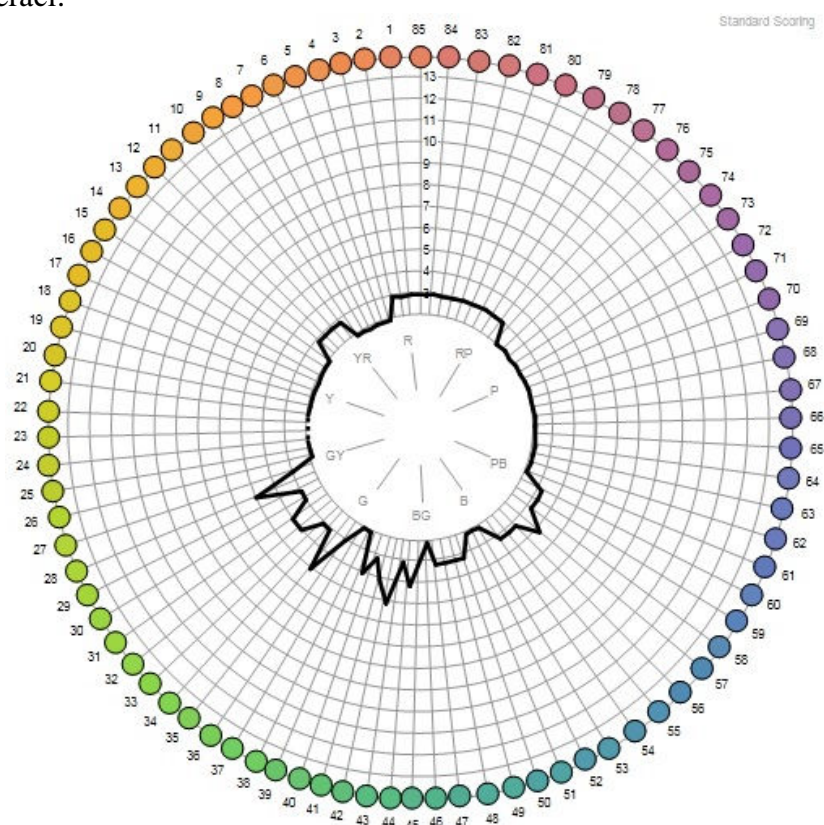
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
2	2	2	7	7	4	4	2	4	9	8
2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	-1	4	4	1	1	-1	1	6	5

Celkové skóre před operací: 306
 Celkové skóre po operaci: 224
 Rozdíl skóre: 82
 Celkově to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 27 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 8

Pohlaví: Žena

.8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	3	4	4	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2
po	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	2	2	3	4	3	3	4	4	4	3	5	5	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5	3
0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2	-2	0	0	1

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
5	3	2	4	3	3	5	5	8	4	4	4	4	6	4
5	6	5	3	3	3	3	2	5	3	3	4	6	3	3
0	-3	-3	1	0	0	2	3	3	1	1	0	-2	3	1

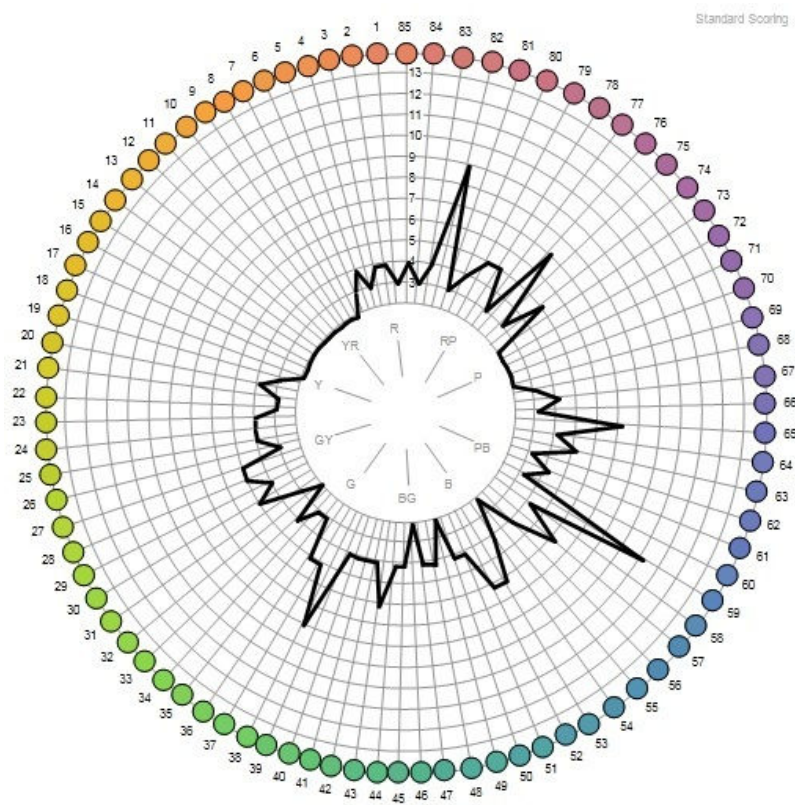
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	2	4	4	2	4	4	6	6	5	2	4	6	4	10
5	3	3	4	2	2	3	4	2	2	4	3	2	2	2
-1	-1	1	0	0	2	1	2	4	3	-2	1	4	2	8

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
3	4	3	5	4	7	3	4	3	2	2	2	2	2	5
3	3	3	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
0	1	0	1	1	4	0	2	1	0	0	0	0	0	3

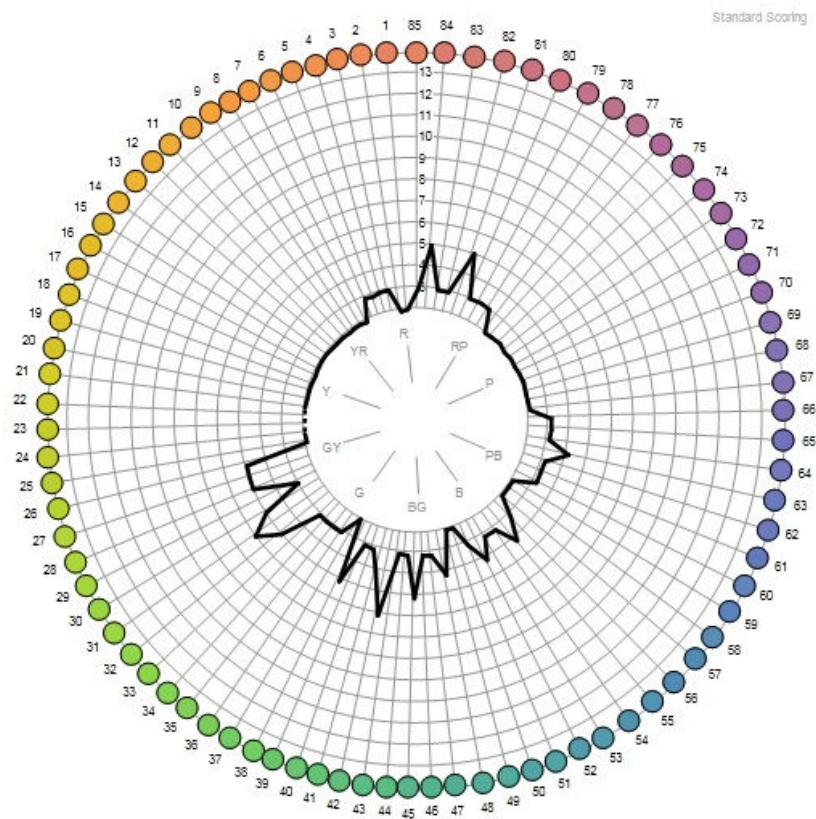
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
3	7	3	5	5	4	3	9	4	3	4
2	2	2	3	3	3	5	3	3	5	3
1	5	1	2	2	1	-2	6	1	-2	1

Celkové skóre před operací: 319
 Celkové skóre po operaci: 224
 Rozdíl skóre: 75
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 24 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 9

Pohlaví: Žena

.27	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	3	5	3	3	5	4	2	4	5	3	3	3	2	2
po	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	1	3	1	1	3	2	0	2	3	1	1	1	-1	-1

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	2	2	3	3	5	3	2	3	3	3	4	7	3
3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	5	4	4	5	3
-1	-1	-1	-1	0	0	3	1	0	0	-2	-1	0	2	0

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
2	4	6	7	3	2	4	5	2	2	3	3	3	3	2
2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
0	2	3	4	0	-1	2	2	-1	-1	0	1	0	0	-1

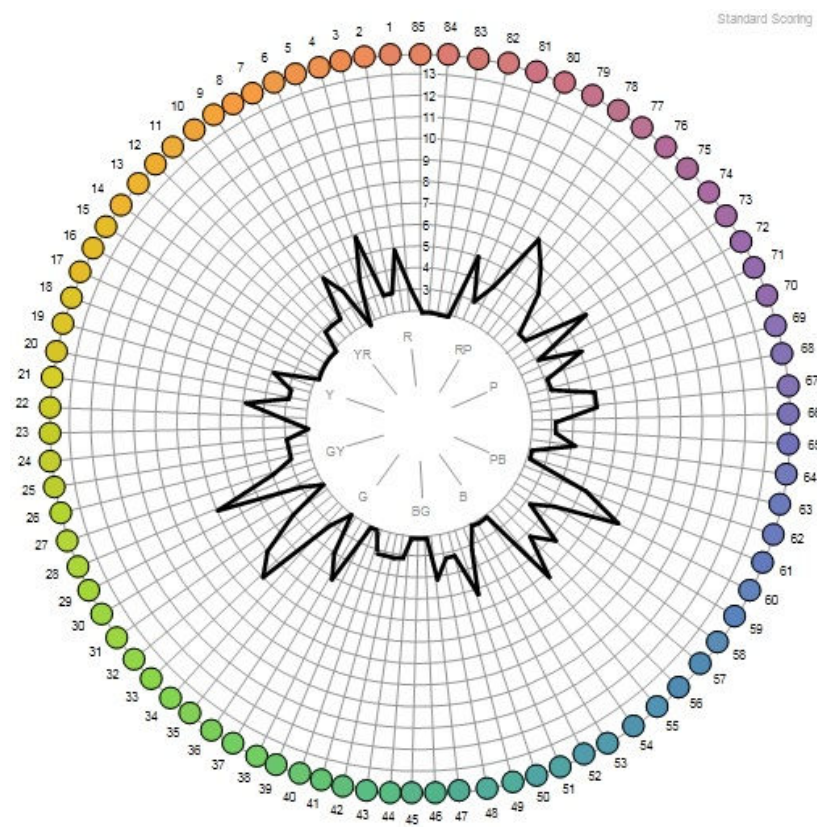
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
2	2	4	3	3	5	3	2	2	2	6	4	5	3	4
3	2	2	2	4	4	2	4	4	2	2	2	2	3	4
-1	0	2	1	-1	1	1	-2	-2	0	4	2	3	0	0

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
7	5	2	2	4	3	3	5	5	3	3	5	3	6	3
3	6	4	3	3	5	4	4	3	3	4	4	2	2	2
4	-1	-2	-1	1	-2	-1	1	2	0	-1	1	1	4	1

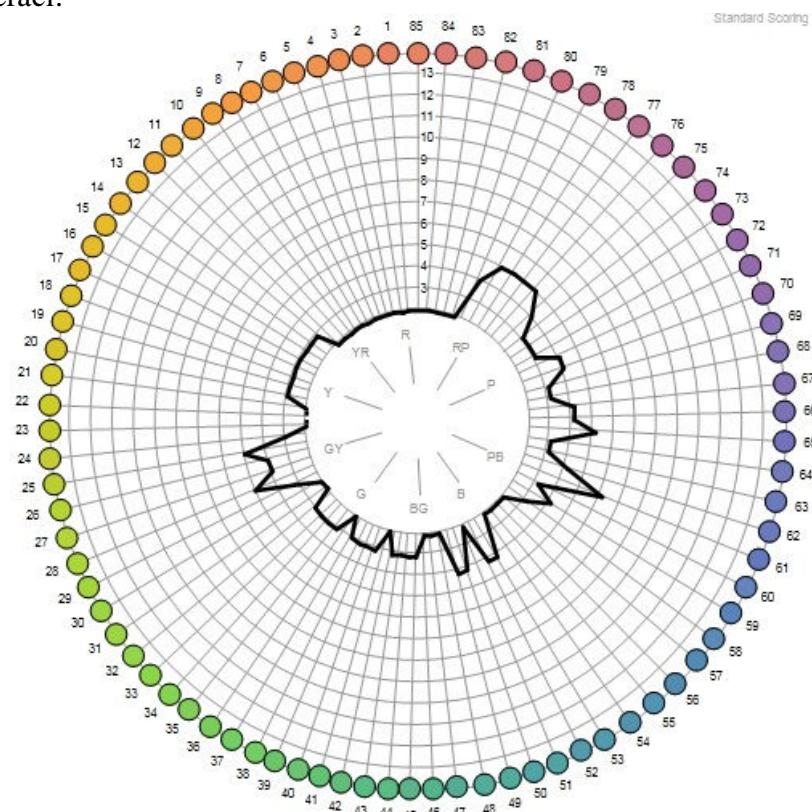
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
3	5	6	7	4	3	5	2	2	2	2
4	5	5	5	5	4	2	2	2	2	2
-1	0	1	2	-1	-1	3	0	0	0	0

Celkové skóre před operací: 295
 Celkové skóre po operaci: 251
 Rozdíl skóre: 44
 Celkově to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 15 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 10

Pohlaví: Žena

.10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
p ed	3	7	5	9	8	2	8	10	7	4	3	3	4	3
po	16	7	9	6	5	6	3	8	4	16	3	2	3	3
	-13	0	-4	3	3	-4	5	2	3	-12	0	1	1	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	2	2	2
3	4	8	3	3	4	3	6	2	2	5	4	2	3	7
-1	-2	-6	1	1	-2	1	-2	0	1	-2	-1	0	-1	-5

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
3	5	3	5	2	5	5	5	4	2	5	9	13	6	19
3	2	2	6	5	2	4	8	9	5	4	3	12	27	7
0	3	1	-1	-3	3	1	-3	-5	-3	1	6	1	-21	12

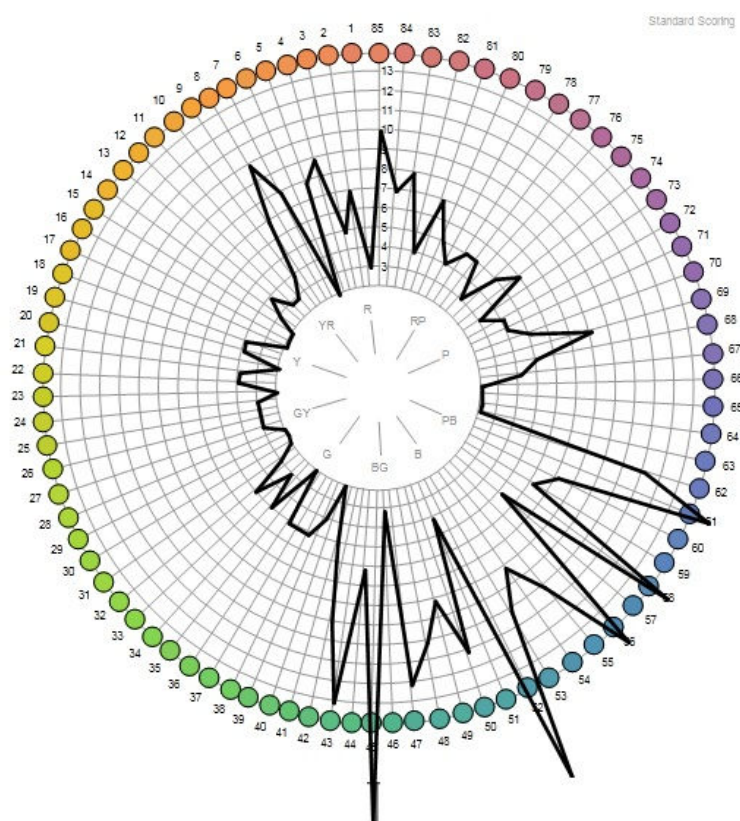
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
19	3	12	10	8	11	4	19	10	8	10	15	5	15	6
3	7	10	6	16	7	6	6	7	13	10	4	6	14	19
16	-4	2	4	-8	4	-2	13	3	-5	0	11	-1	1	-13

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
7	15	11	2	2	2	2	4	5	8	5	4	4	3	6
4	2	6	4	2	3	5	3	3	4	6	9	4	3	3
3	13	5	-2	0	-1	-3	1	2	4	-1	-5	0	0	3

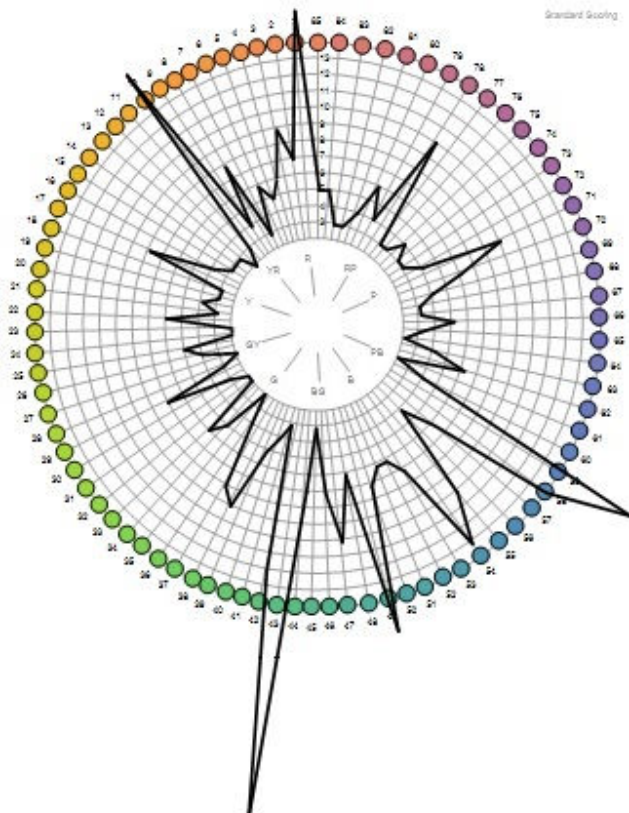
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
5	3	5	5	4	5	7	4	8	7	10
4	3	3	10	4	6	4	3	3	5	5
1	0	2	-5	0	-1	3	1	5	2	5

Celkové skóre p ed operací: 506
 Celkové skóre po operaci: 494
 Rozdíl skóre: 12
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 2 %

Graf przed operacją:



Graf po operacji:



Osoba . 11

Pohlaví: Žena

.11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
po	3	3	2	2	2	2	2	4	2	4	4	6	4	2
	0	0	1	0	0	0	0	-2	0	-1	-1	-3	-1	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	4	2	3	5	7
2	2	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	2	2
0	0	0	-2	-2	0	-2	-2	0	3	1	-1	0	3	5

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
4	5	3	5	5	6	5	4	5	6	3	3	6	7	4
3	4	3	3	4	3	2	3	5	3	3	3	6	3	3
1	1	0	2	1	3	3	1	0	3	0	0	0	4	1

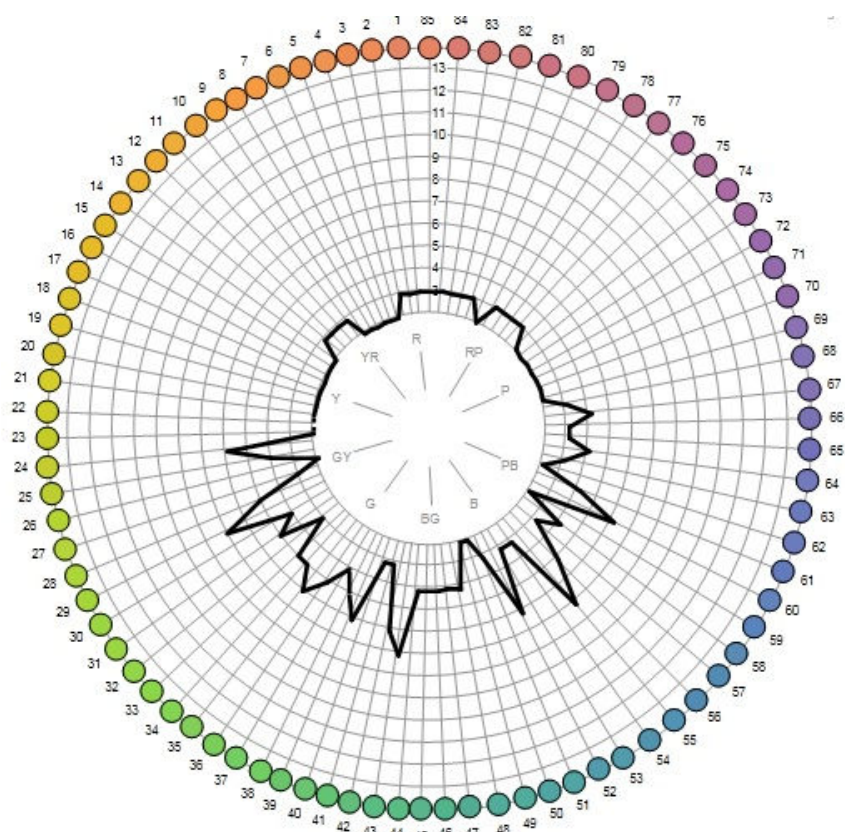
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	4	4	4	2	2	3	6	3	3	7	5	3	4	2
5	3	3	4	6	5	4	3	4	3	3	5	3	3	4
-1	1	1	0	-4	-3	-1	3	-1	0	4	0	0	1	-2

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
6	4	2	3	4	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	2	0	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0

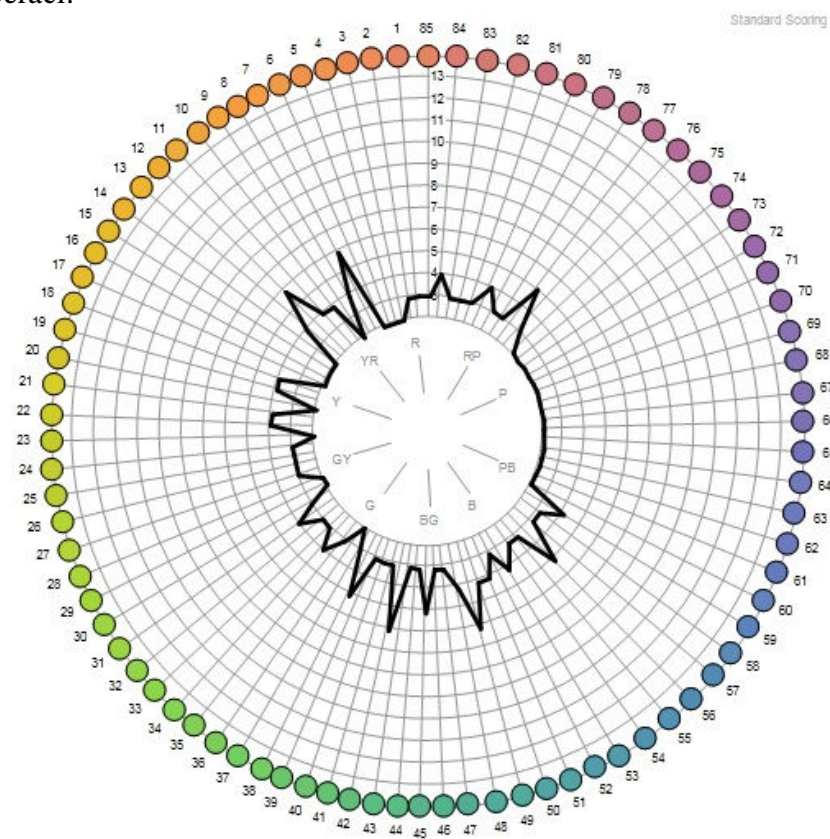
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
2	3	5	3	3	4	3	3	3	4	3
0	0	-2	0	0	-2	0	0	0	-1	0

Celkové skóre před operací: 282
 Celkové skóre po operaci: 259
 Rozdíl skóre: 23
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 8 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba .12

Pohlaví: Muž

.12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	6	4	8	4	9	3	5	4	2	3	7	3	2	2
po	5	5	3	4	5	3	6	3	3	11	3	6	2	2
	1	-1	5	0	4	0	-1	1	-1	-8	4	-3	0	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	3	3	3	2	2	4	3	3	5	3	2	2	5	3
3	3	3	4	3	3	3	2	2	5	6	2	5	5	2
0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1	0	-3	0	-3	0	1

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
4	3	5	4	2	2	6	5	5	5	3	9	6	8	4
7	6	3	3	5	3	3	4	2	4	5	2	4	6	5
-3	-3	2	1	-3	-1	3	1	3	1	-2	7	2	2	-1

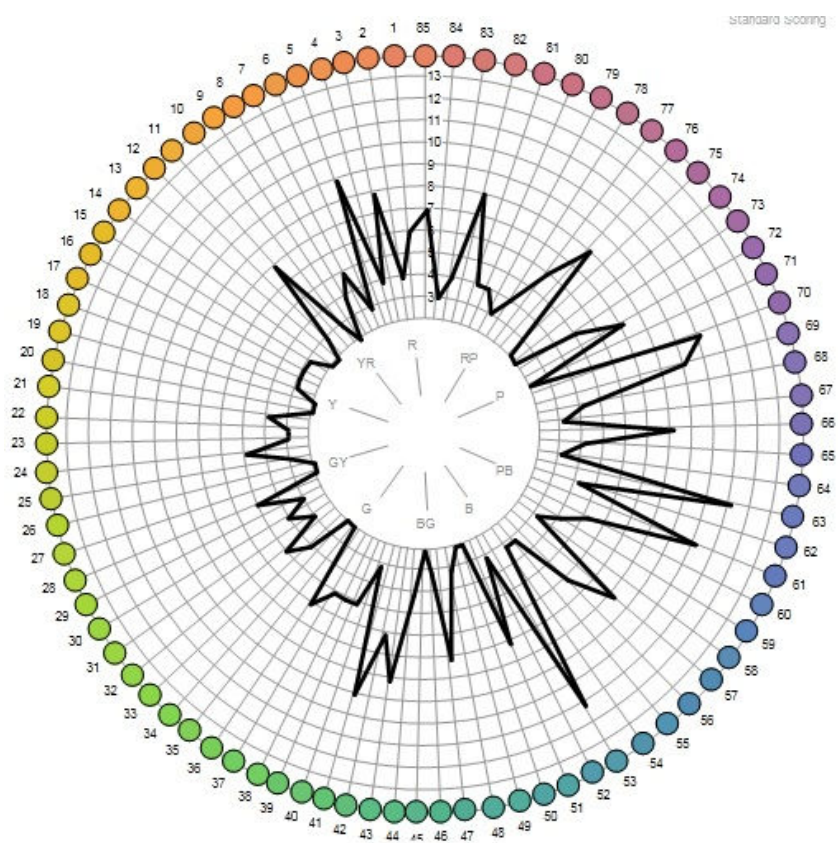
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
2	3	7	3	2	2	7	3	11	3	3	6	8	3	4
7	7	5	8	7	6	5	3	3	7	7	5	5	3	8
-5	-4	2	-5	-5	-4	2	0	8	-4	-4	1	3	0	-4

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
5	10	4	11	3	4	8	3	4	9	10	2	7	5	2
9	6	3	3	12	2	3	8	3	6	3	3	11	7	4
-4	4	1	8	-9	2	5	-5	1	3	7	-1	-4	-2	-2

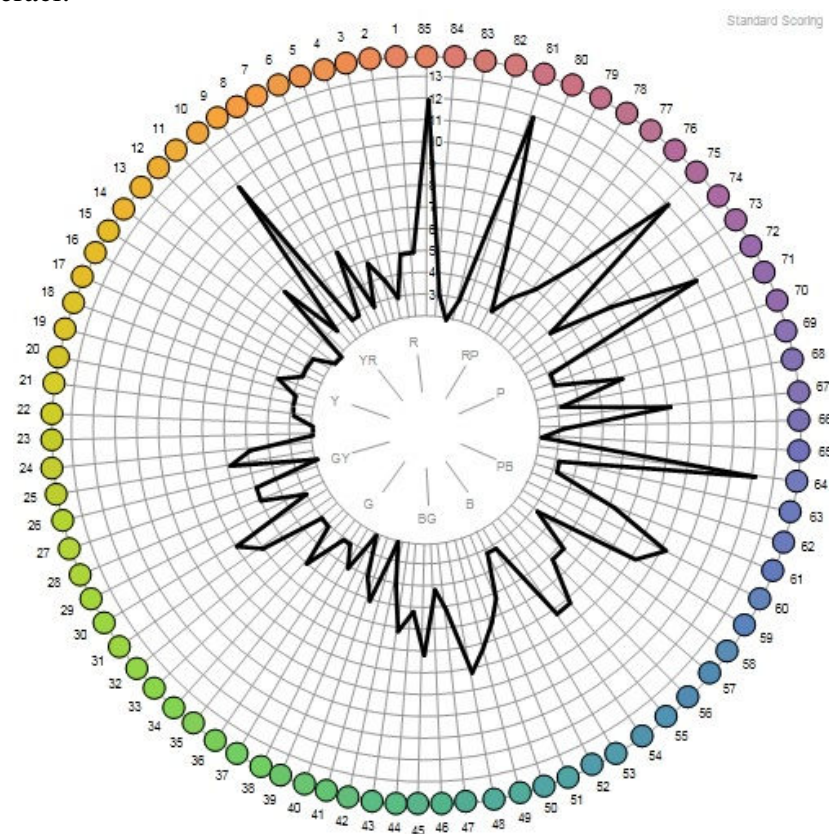
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
2	8	6	4	3	4	4	8	4	3	7
12	7	5	4	3	6	12	3	2	3	12
-10	1	1	0	0	-2	-8	5	2	0	-5

Celkové skóre před operací: 386
 Celkové skóre po operaci: 412
 Rozdíl skóre: 26
 Celkově to znamená: zhoršení
 Procento zlepšení: -7 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 13

Pohlaví: Žena

.13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	4	5	5	12	5	5	3	3	4	4	3	6	5	3
po	3	3	3	6	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	1	2	2	6	2	3	1	1	2	2	1	4	2	0

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	5	2	3	3	3	4	3	3	5	10	7	4	3	7
3	2	2	3	3	3	3	3	4	3	5	6	4	5	5
0	3	0	0	0	0	1	0	-1	2	5	1	0	-2	2

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
6	8	4	3	8	8	8	6	2	3	11	4	11	3	3
3	2	5	3	4	3	5	8	3	3	4	5	7	7	4
3	6	-1	0	4	5	3	-2	-1	0	7	-1	4	-4	-1

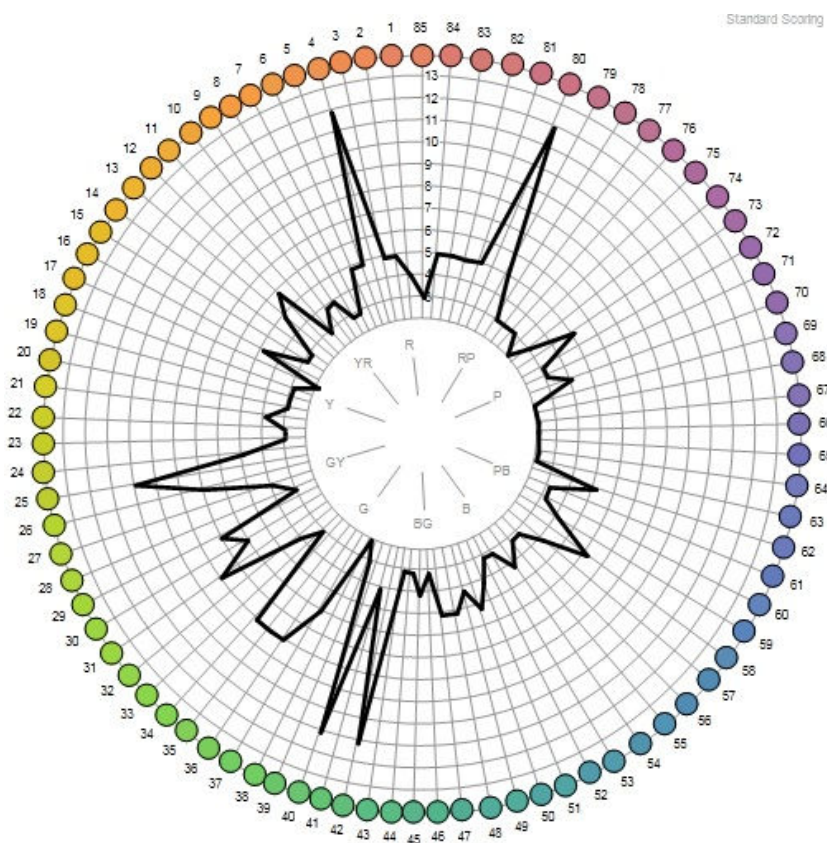
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	3	5	5	4	5	4	3	3	4	3	3	4	6	4
3	8	4	6	6	6	7	4	3	5	4	3	4	6	7
1	-5	1	-1	-2	-1	-3	-1	0	-1	-1	0	0	0	-3

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
3	3	5	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	5	3
4	3	6	6	5	4	3	6	5	6	5	5	6	6	3
-1	0	-1	-4	-3	-2	-1	-4	-3	-4	-1	-2	-3	-1	0

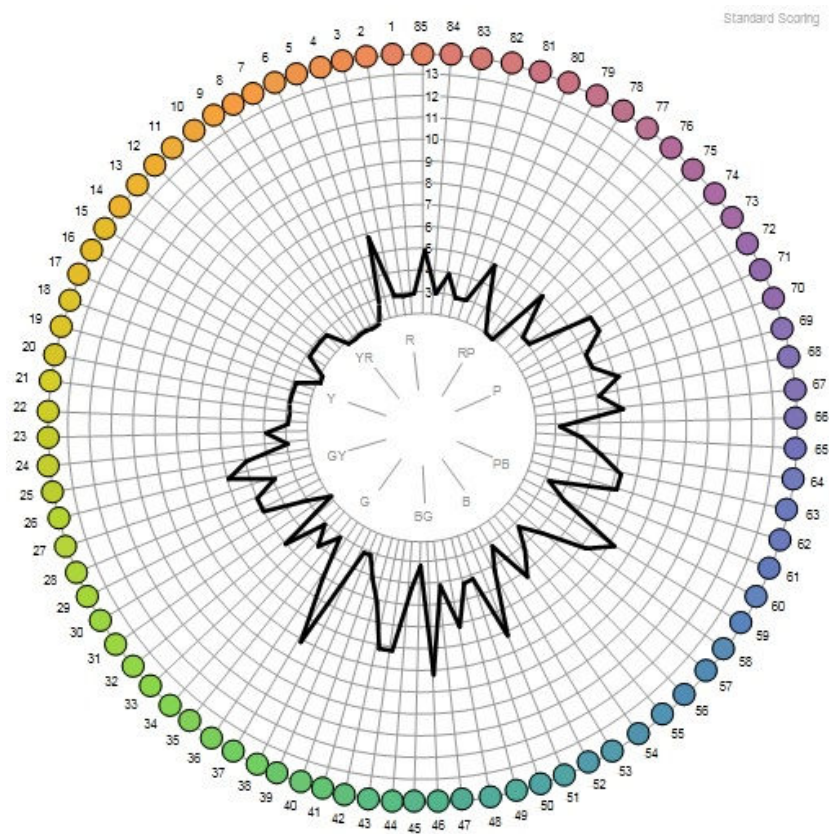
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
2	3	3	3	5	12	5	5	5	5	3
3	5	2	2	3	5	3	3	4	3	5
-1	-2	1	1	2	7	2	2	1	2	-2

Celkové skóre před operací: 374
 Celkové skóre po operaci: 345
 Rozdíl skóre: 29
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 8 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:



Osoba . 14

Pohlaví: Žena

.14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
před	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
po	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2
2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3
1	1	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	1	-1

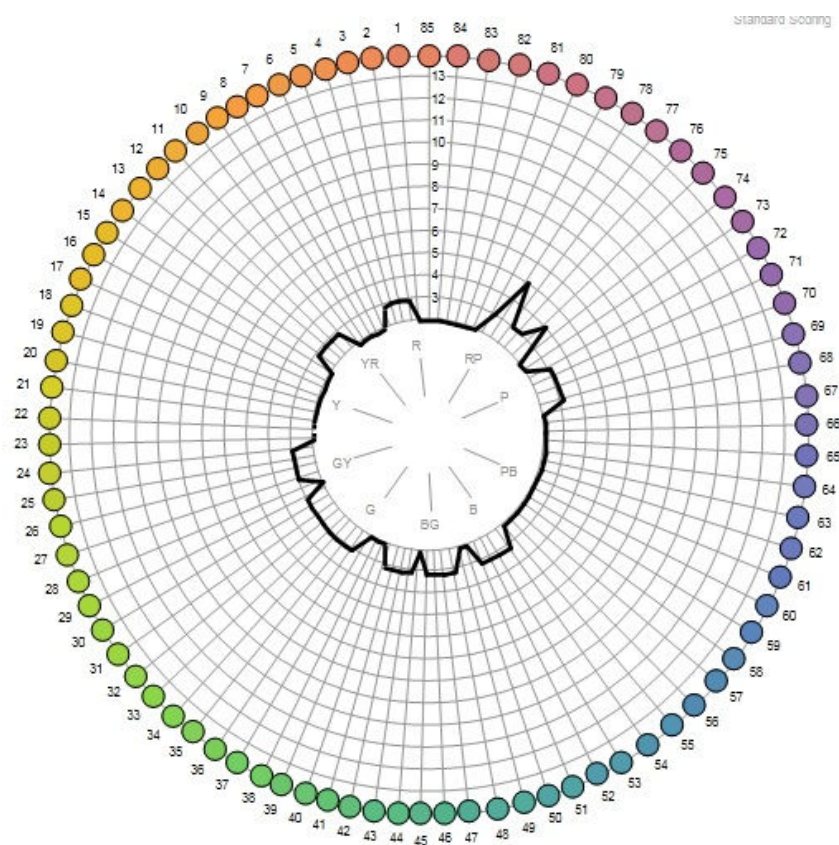
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2
5	3	3	5	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
-2	0	0	-2	-1	-1	0	1	1	1	0	0	0	0	0

60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0

75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
4	3	3	5	3	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0

Celkové skóre před operací: 213
 Celkové skóre po operaci: 194
 Rozdíl skóre: 19
 Celkov to znamená: zlepšení
 Procento zlepšení: 9 %

Graf p ed operací:



Graf po operaci:

